

4 priority
Haugton
8-21-01



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Minako KITAHARA

Serial No. [NEW]

Filed March 28, 2001

RECEIVER

THE COMMISSIONER IS AUTHORIZED
TO CHARGE ANY DEFICIENCY IN THE
FEE FOR THIS PAPER TO DEPOSIT
ACCOUNT NO. 23-0975.

Attn: Application Branch

Attorney Docket No. 2001-0364A

CLAIM OF PRIORITY UNDER 35 USC 119

Assistant Commissioner for Patents,
Washington, DC 20231

Sir:

Applicant in the above-entitled application hereby claims the date of priority under the International Convention of Japanese Patent Application No. 2000-319108, filed October 19, 2000, as acknowledged in the Declaration of this application.

A certified copy of said Japanese Patent Application is submitted herewith.

Respectfully submitted,

Minako KITAHARA

By Michael S. Huppert
Michael S. Huppert
Registration No. 40,268
Attorney for Applicant

MSH/pjm
Washington, D.C. 20006-1021
Telephone (202) 721-8200
Facsimile (202) 721-8250
March 28, 2001

日 本 国 特 許 庁

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年10月19日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-319108

出 願 人

Applicant (s):

株式会社日立国際電気

2001年 2月 2日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3003450

【書類名】 特許願

【整理番号】 2000469

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H04B 7/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都中野区東中野三丁目 1 4 番 2 0 号 株式会社日立
 国際電気内

 【氏名】 北原 美奈子

【特許出願人】

 【識別番号】 000001122

 【氏名又は名称】 株式会社日立国際電気

【代理人】

 【識別番号】 100098132

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 守山 辰雄

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 035873

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 受信機

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のアンテナのそれぞれに受信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての受信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置から送信される信号を受信する受信機において、

移動局装置からの信号の到来方向と当該信号の電力との少なくともいずれか一方を検出し、当該検出結果に基づく受信ウエイト制御法により通信相手となる移動局装置からの信号の受信特性がよくなる条件で得られる解を各アンテナの受信ウエイトとして算出し、算出した受信ウエイトを用いて当該信号を受信することを特徴とする受信機。

【請求項 2】 移動局装置から送信される信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての送信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置に対する信号を送信する送受信機において、

移動局装置からの信号の到来方向と当該信号の電力との少なくともいずれか一方を検出し、当該検出結果に基づく送信ウエイト制御法により通信相手となる移動局装置に対する信号の送信特性がよくなる条件で得られる解を各アンテナの送信ウエイトとして算出し、算出した送信ウエイトを用いて当該信号を送信することを特徴とする送受信機。

【請求項 3】 請求項 2 に記載の送受信機において、

設定された条件に基づいて送信ウエイト制御の対象外とする補償不要信号を検出し、検出した補償不要信号を送信ウエイト制御の対象外として各アンテナの送信ウエイトを算出し、算出した送信ウエイトを用いて通信相手となる移動局装置に対する信号を送信することを特徴とする送受信機。

【請求項 4】 請求項 2 又は請求項 3 に記載の送受信機において、

到来方向の検出結果或いは電力の検出結果の少なくともいずれか一方を、移動局装置からの信号の受信状況と移動局装置に対する信号の送信状況との差異を補償するように補正し、当該補正結果を用いた送信ウエイト制御法により各アンテ

ナの送信ウェイトを算出し、算出した送信ウェイトを用いて通信相手となる移動局装置に対する信号を送信することを特徴とする送受信機。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、複数のアンテナ全体としての受信指向性を制御して通信相手となる移動局装置からの信号を受信する受信機や、複数のアンテナ全体としての送信指向性を制御して通信相手となる移動局装置に対する信号を送信する送受信機に関し、特に、例えば高速にウェイトを算出することにより、移動局装置との通信特性を向上させる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えばIMT-2000標準化では、音声通信ばかりでなく、インターネットによるアクセスや、画像伝送等の高速通信サービスも要求されている。このようなIMT-2000標準化に向けた無線伝送方式として、例えば拡散率を変えることで通信速度を変更することが可能な直接拡散-符号分割多元接続(DS-CDMA: Direct Sequence - Code Division Multiple Access)方式が盛んに検討等されている。

【0003】

DS-CDMA方式を採用する無線通信システムでは、例えば各移動局装置毎に異なる拡散符号が割り当てられる。そして、CDMA基地局装置では、特定の移動局装置に割り当てられた拡散符号を用いて受信信号を逆拡散することで当該移動局装置に対応した信号を受信信号から分離することができるとともに、特定の移動局装置に割り当てられた拡散符号を用いて拡散した信号(拡散信号)を送信することで当該移動局装置に対して当該信号を送信することができる。

【0004】

上記のようなDS-CDMA方式を採用した無線通信システムでは、上記した拡散符号を用いることで、複数の移動局装置によって同一の周波数帯を共用することが可能である。しかしながら、上記のような無線通信システムでは、複数の

移動局装置によって同一の周波数帯が共用されることから、或る移動局装置により通信される拡散信号にとって他の移動局装置により通信される拡散信号が干渉信号となってしまう。このため、例えばDS-CDMA方式を用いてマルチレートサービスを行うような場合に、CDMA基地局装置にアダプティブアレイアンテナを備えて干渉除去を行うことが検討等されており、これについて以下で説明する。

【 0 0 0 5 】

なお、DS-CDMA方式の特長である上記したマルチレートサービスとは複数の通信速度を利用することが可能なサービスのことであり、このサービスでは、例えば従前と同様な音声通信を行うことができるとともに、高速な通信速度を利用することにより高速性が要求されるデータや画像データ等の通信に対応することができる。

また、上記したアダプティブアレイアンテナとは、複数のアンテナから構成されてこれらアンテナ全体としての指向性を制御することができるアンテナのことであり、具体的には、それぞれのアンテナに受信ウェイトや送信ウェイトをもたせることにより受信時の指向性（受信指向性）や送信時の指向性（送信指向性）を制御することができるものである。

【 0 0 0 6 】

上記したマルチレートサービスでは、一般に、通信速度が高いほど通信される信号の電力レベルが大きい。なお、このことは、例えば「“Wideband Wireless Access Based on DS-CDMA”, IEICE Trans. Commun., vol.E81-B, no.7, pp.1305-1316, July 1998, F.Adachi and M.Sawahashi」に記載されている。

【 0 0 0 7 】

このため、例えば通信速度が比較的高い信号（高速ユーザ信号）と通信速度が比較的低い信号（低速ユーザ信号）とが複数の移動局装置から同時に送信されるような場合には、高速ユーザ信号が低速ユーザ信号に対して大きな干渉を与えてしまう。このような問題を解消するため、上記のようにCDMA基地局装置にアダプティブアレイアンテナを備えて受信時の干渉除去を行うことが検討等されており、この検討例が例えば「“Pilot Symbol-Assisted Decision-Directed Cohe

rent Adaptive Array Diversity for DS-CDMA Mobile Radio Reverse Link” ,IEICE Trans. Fundamentals, vol.E80-A, no.12, pp.2445-2454, Dec.1997. S.Tanaka, M.Sawahashi, and F.Adachi」や「“Experiments on Coherent Adaptive Antenna Array Diversity for Wideband CDMA Mobile Radio” ,IEEE Veh. Technol, Conf.(VTC'99) Rec.,vol.1, pp.243-248, May.1999. S.Tanaka, A.Harada, M.Sawahashi, and F.Adachi」に開示されている。

【 0 0 0 8 】

ここで、具体的には、上記のようなCDMA基地局装置による受信時の干渉除去では、アダプティブアレイアンテナの受信ウエイトを制御することにより、大きな電力レベルの受信干渉信号を優先的に低減させるような受信指向性を実現する。例えば、受信を希望する信号以外の干渉信号として上記した高速ユーザ信号と上記した低速ユーザ信号とが存在する場合には、比較的大きな電力レベルの干渉信号となる高速ユーザ信号が優先的に低減され、これにより、受信特性を向上させている。

【 0 0 0 9 】

一方、上記した移動局装置からCDMA基地局装置への上り通信（上りリンク）ばかりでなく、CDMA基地局装置から移動局装置への下り通信（下りリンク）についても、CDMA基地局装置によりアダプティブアレイアンテナの送信ウエイトを制御して送信特性を向上させることが検討等され始めており、この検討例が例えば「“W-CDMA下りリンクにおける適応アンテナアレイ送信ダイバーシチの室内伝送実験特性” ,信学技報, RCS99-18, May.1999. 原田, 田中, 佐和橋, 安達」に開示されている。

【 0 0 1 0 】

具体的には、上記したような受信時の干渉除去を行ったときに得られた受信ウエイトに基づいた送信ウエイトを用いてアダプティブアレイアンテナの送信指向性を制御するCDMA基地局装置が検討等されている。ここで、受信ウエイトに基づいた送信ウエイトとは当該受信ウエイトに所定の較正処理を施すことにより得られるウエイトのことであり、所定の較正処理とはCDMA基地局装置に備えられたRF（無線）受信機の複素振幅特性とRF送信機の複素振幅特性とが各ア

ンテナ毎や各経路（各パス）毎に異なっていることの影響を取り除く処理のことである。また、受信ウエイトは例えば逆拡散後の受信信号に基づいて決定されている。

【0011】

例えば、受信時の干渉除去では、受信希望信号（通信相手となる移動局装置からの信号であって受信を希望する信号）が到来する方向のアンテナ利得を大きくするとともに干渉信号が到来する方向のアンテナ利得を小さくするように受信指向性パターンが形成される。そして、送信時の送信指向性パターンとしては、このような受信指向性パターンと同様なアンテナ利得を実現するパターンが形成される。

【0012】

なお、上記のようなCDMA基地局装置によりアダプティブアレイアンテナの受信指向性を決定する仕方としては、例えばMMSE（Minimum Mean Square Errors：最小平均二乗誤差）制御を用いることで、受信希望信号以外の信号の受信電力レベルが最小となるような受信ウエイトを決定して採用することが検討等されている。

【0013】

ここで、上記では逆拡散後の信号に基づいてウエイトを決定する場合に言及したが、例えば逆拡散前の信号に基づいてウエイトを決定する方式を採用することも可能であり、このような方式を“従来方式”として示しておく。なお、ここで示す“従来方式”は、例えば後述する実施例において、本発明の一実施例を採用する場合と効果を比較するための従来例として用いられる。また、ここでは、説明の便宜上から、後述する実施例で用いる符号（例えばアンテナの総数 N や信号 $x_i(k)$ 等）と同一の符号を用いて説明する。

【0014】

すなわち、まず、アダプティブアレイアンテナを構成するアンテナ（アンテナ素子）の総数を N とし、第 i 番目（ $i = 1 \sim N$ ）のアンテナに入力される信号を $x_i(k)$ とし、第 i 番目のアンテナのウエイトを w_i とする。そして、入力信号ベクトル $X(k)$ を式1に示すように定義し、ウエイトベクトル W を式2のように定義する。ここで、 $X(k)$ と W はベクトルを示し、また、 k は時刻を示す

。また、式中の “ T ” は転置を示す。

【0 0 1 5】

【数 1】

$$X(k) = \{x_1(k), x_2(k), \dots, x_N(k)\}^T \quad \dots (式 1)$$

【0 0 1 6】

【数 2】

$$W = \{\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N\}^T \quad \dots (式 2)$$

【0 0 1 7】

この場合、アダプティブアレイアンテナ全体としての受信信号 $y(k)$ は、式 3 のように示される。なお、式中の “ \cdot ” は乗算を示し、本明細書中の他の式についても同様である。

【0 0 1 8】

【数 3】

$$y(k) = \sum_{i=1}^N \omega_i \cdot x_i(k) = W^T X(k) \quad \dots (式 3)$$

【0 0 1 9】

また、アンテナに入力される信号の中で希望の信号（参照信号）を $r(k)$ とし、誤差信号 $e(k)$ を式 4 のように定義する。

【0 0 2 0】

【数 4】

$$e(k) = y(k) - r(k) \quad \dots (式 4)$$

【0 0 2 1】

また、各ウェイト ω_i は上記した誤差信号 $e(k)$ が小さくなるように順次更新され、当該更新のステップ係数を μ とすると、更新式は式5で示される。

【0022】

【数5】

$$W(k+1) = W(k) + \mu \cdot e(k) \cdot X(k) \quad \cdot \cdot \quad (式5)$$

【0023】

上述したように、ウェイトベクトル W を更新し続けていくと、各ウェイト ω_i が次第に誤差信号 $e(k)$ を最小とする最適なウェイトに近づいていく。ここで、以上に示したような更新のアルゴリズムは一般にLMS (Least Mean Square) アルゴリズムとして知られている。

【0024】

また、上記式5に示されるように、最適なウェイトへ収束する速度は、例えばアンテナに入射する信号 $x_i(k)$ の電力が大きいほど速く、ステップ係数 μ が小さいほど遅い。

このため、例えばステップ係数 μ をアンテナ入射電力により規格化したもの $\mu' = \mu / (X(k)^H X(k))$ を当該ステップ係数 μ の代わりに用いることでアンテナ入射電力にかかわらずに収束時間をほぼ一定とするアルゴリズムが用いられる場合もあり、このようなアルゴリズムはN-LMS (Normalized LMS) として知られている。ここで、“ H ”は複素共役転置を示している。

【0025】

なお、上記したN-LMSについては、例えば「“Application of Antenna Arrays to Mobile Communications, Part 2: Beam-Forming and Direction-of-Arrival Considerations”, Proc. IEEE, vol. 85, no. 8, pp. 1195-1245, Aug. 1997. L.C. Godara」に記載されている。

【0026】

“従来方式”では、上記のようにして決定されるウェイト ω_i （なお、上記のように所定の較正処理が施されたもの）を下り通信において用いる。このような

ウェイト w_i を用いると上述のように大電力の干渉信号方向に対するアンテナ利得が優先的に低減させられるため、例えば或る高速ユーザに対して高速ユーザ信号を送信するアダプティブアレイアンテナでは、当該高速ユーザ信号に関するマルチパス方向及び他の高速ユーザに関する高速ユーザパス方向に対するアンテナ利得が優先的に低減させられる。

【 0 0 2 7 】

また、受信信号の到来方向を推定する方法としては、例えば「MUSIC法による高分解能推定, Trans. IEE of Japan, Vol.116-A, No.8, Aug., 1996, 小川恭考, 伊藤精彦」に記載されたMUSIC法といった演算法や、例えば「ESPRIT-Estimation of Signal Parameters via Rotational Invariance Techniques, IEEE Trans., vol. ASSP-37, pp.984-995, July, 1989, R. Roy and T. Kailath」に記載されたESPRIT法といった演算法が知られている。

【 0 0 2 8 】

【発明が解決しようとする課題】

上述のように、従来のアダプティブアレイアンテナを備えた基地局装置では、LMS等のアルゴリズムを用いて各アンテナのウェイトを逐次更新することにより決定することが行われている。そして、移動局装置から基地局装置への無線通信（上り回線での無線通信）では、LMS等を用いて得られる収束結果である受信ウェイトは、最良のSINR（Signal to Interference and Noise Ratio）での受信を実現するものとなる。なお、SINRは、（希望の）信号電力と雑音干渉電力との比を表す値であり、当該値（SINR）が大きいほど通信品質が良好であることを表す。

しかしながら、LMS等のアルゴリズムを用いた逐次更新処理では、ウェイトの収束に時間がかかってしまい、高速な受信処理ができないといった不具合があった。

【 0 0 2 9 】

また、例えば上り回線（移動局装置から基地局装置への通信で用いられる回線）と下り回線（基地局装置から移動局装置への通信で用いられる回線）とで異なる品質の通信が行われる場合には、LMS等を用いたウェイト生成法では、上り

回線の通信状況に合わせて各アンテナの送信指向性が制御されるため、下り回線の通信状況に対応することができないといった不具合があった。

【 0 0 3 0 】

ここで、上り回線と下り回線とで異なる品質の通信が行われる場合としては、一例として、上り回線では或る移動局装置から低速で低電力の信号が送信されるが下り回線ではデータのダウンロード等のために当該移動局装置に対して高速で高電力の信号が送信されるような場合がある。従来では、このような場合には、下り回線においても移動局装置に対して低速で低電力の信号が送信されるものとして送信ウエイトが形成されてしまうため、実際には高電力である当該信号が他の移動局装置にとっては大きな干渉信号となってしまう、このため、下り回線では上り回線と比べて多くの干渉を当該他の移動局装置に対して与えてしまっており、当該他の移動局装置の受信特性が劣化してしまう。

【 0 0 3 1 】

また、具体例として、CDMA方式では、上り回線と下り回線とで干渉が発生する原因が異なるため、上り回線で最良のSINRを実現する受信ウエイトに対して上記した所定の較正処理を施したとしても、これにより得られる送信ウエイトが下り回線においても最良であるとは限らないといった不具合があった。

【 0 0 3 2 】

ここで、CDMA方式の通信で干渉が発生する原因を説明しておく。

すなわち、CDMA方式では、例えば各移動局装置（各ユーザ）毎に互いに直交する拡散符号を割り当てて、異なる拡散符号で拡散された複数の拡散信号間での干渉を低減している。しかしながら、上り回線では、複数の移動局装置から送信される複数の拡散信号（拡散符号）が非同期で基地局装置に到来するため、これら複数の拡散信号間での（拡散符号の）直交性が崩れ、これにより、（拡散符号間での）干渉が発生してしまう。一方、下り回線では、基地局装置が各移動局装置に対する拡散信号の拡散符号を同期させて当該拡散信号を送信するため、1パス（1つの経路）の伝搬路であれば直交性により完全に干渉を取り除くことができるが、基地局装置と移動局装置との間で通信される信号が複数のパスを伝搬するマルチパス伝搬路では同期させて送信される複数の拡散信号が（マルチパス

の影響により) 非同期で衝突し合ってしまう、この結果として、(拡散符号間での) 干渉が発生してしまう。このように、上り回線と下り回線とでは、干渉が発生する状況が異なっている。

【 0 0 3 3 】

なお、上述のように、基地局装置から移動局装置に対する信号を送信するのに用いられる送信ウエイトとしては、一般に、上記のようなLMS等により得られた受信ウエイトを下り回線用に較正したものをを用いることが行われるが、従来の較正では、上り回線と下り回線との通信状況の差異を十分に補償することはできなかった。

【 0 0 3 4 】

また、例えば従来のアダプティブアレイアンテナを備えた基地局装置では、上述したように干渉信号の除去を優先して送信指向性パターンが形成されるため、例えば送信希望信号(通信相手となる移動局装置への信号であって送信を希望する信号)を送信する方向(すなわち、受信希望信号の到来方向)の近傍方向から大きい干渉信号が到来するような場合には、当該近傍方向へのアンテナ利得を小さくするような送信指向性パターンが形成されるに際して、当該送信指向性パターンの最大放射方向が送信希望信号の本来の送信方向(すなわち、受信希望信号の到来方向)からずれてしまうことや、当該送信方向(メインローブ方向)に対する送信信号レベルが小さくなってしまふことがあるといった不具合があった。

【 0 0 3 5 】

なお、基地局装置から移動局装置への下り通信において、特に干渉による影響が問題となるのは、基地局装置から高速ユーザに対して送信された信号が低速ユーザにより受信されてしまう場合であり、当該信号は低速ユーザにとって大電力の干渉信号となってしまう。

【 0 0 3 6 】

また、上記のような不具合と共に、従来のアダプティブアレイアンテナを備えた基地局装置では、例えば通信可能な移動局装置の数が多いような場合には、受信希望信号が到来する方向から大きく角度がずれた方向に存在する他移動局装置への送信時のアンテナ利得を十分に小さくすること(すなわち、当該方向へ送信

する干渉信号を十分に小さくすること）が困難であるといった不具合があった。

【0037】

具体的には、アダプティブアレイアンテナでは一般に{(アンテナ(素子)の総数) - 1}個の干渉信号を除去することが可能であり、当該除去可能な干渉信号の数はアンテナ自由度と呼ばれている。だが、例えば1つの基地局装置により収容される移動局装置の数(ユーザ数)が多くなると、アダプティブアレイアンテナのアンテナ自由度が不十分になってしまい、希望の移動局装置との通信の品質を良好なものとするができなくなってしまうといった不具合があった。

【0038】

つまり、特に、基地局装置の通信可能領域に存する移動局装置の数が多い場合には、アダプティブアレイアンテナの自由度が圧倒的に不足して、低速ユーザ方向へのアンテナ利得の低減の効果は非常に小さくなってしまう。

また、上述したように希望信号の近傍(メインローブ内)に大電力の干渉信号が存在する場合には、当該メインローブ内のアンテナ利得を低減させるような送信指向性パターンが形成されることから、最大放射方向がずれてしまい、サイドローブ方向への放射を大きくしてしまう。このように、希望信号の近傍に存在する干渉信号などに対してアダプティブアレイアンテナの自由度を使ってしまうと、当該自由度を無駄に使うことがある。

【0039】

本発明は、上記のような従来の事情に鑑みなされたもので、複数のアンテナのそれぞれに受信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての受信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置から送信される信号を受信するに際して、例えば受信ウエイトを高速に算出することにより、移動局装置との通信特性を向上させることができる受信機を提供することを目的とする。

【0040】

また、本発明は、上記のような従来の事情に鑑みなされたもので、移動局装置から送信される信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての送信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置に対する信号を送信するに

際して、例えば送信ウエイトを高速に算出することにより、移動局装置との通信特性を向上させることができる送受信機を提供することを目的とする。

【0041】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するため、本発明に係る受信機では、次のようにして、複数のアンテナのそれぞれに受信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての受信指向性を制御して、通信（受信）相手となる移動局装置から送信される信号を受信する。

すなわち、移動局装置からの信号の到来方向と当該信号の電力との少なくともいずれか一方を検出し、当該検出結果に基づく受信ウエイト制御法により通信相手となる移動局装置からの信号の受信特性がよくなる条件で得られる解を各アンテナの受信ウエイトとして算出し、算出した受信ウエイトを用いて当該信号を受信する。

【0042】

従って、例えば従来のLMS等のような受信ウエイトの逐次更新が行われるのではなく、移動局装置からの信号の到来方向や電力に基づく受信ウエイト制御法により得られる解を受信ウエイトとして算出することが行われるため、例えば受信ウエイトを高速に算出することができ、これにより、移動局装置との通信特性を向上させることができる。

【0043】

なお、各アンテナの受信ウエイトとは、例えば受信対象となる同一の信号を各アンテナから受信するに際して各アンテナ毎に当該信号に施される振幅や位相の調整値のことである。ここで、受信ウエイトとしては、必ずしも振幅と位相の両方を調整するものが用いられなくともよく、例えば振幅のみを調整するものや、或いは、位相のみを調整するものが用いられてもよい。受信機では、このような受信ウエイトを複数のアンテナのそれぞれにもたせる（重み付けする）ことにより、これら複数のアンテナ全体として当該受信ウエイトに応じた受信指向性を実現することができる。

【0044】

ここで、複数のアンテナの数としては、特に限定はなく、種々な数が用いられてもよい。

また、複数のアンテナの配置としては、特に限定はなく、種々な配置が用いられてもよい。

【 0 0 4 5 】

また、例えば移動局装置から送信される信号が複数のパスを介して受信機に到来するようなマルチパス環境で通信が行われるときに、これら複数のパスの中の1つのパスを介して到来する信号を受信するような場合には、当該パスの信号が本発明に言う通信相手となる移動局装置から送信される信号であるとみなされ、当該パスの信号の受信に際しては、他のパスの信号は例えば干渉信号であるとみなされる。

【 0 0 4 6 】

また、例えば移動局装置から送信される信号が複数のパスを介して受信機に到来するような場合には、これら複数のパスを介して到来する（複数の）信号を（例えば R A K E 合成等により）合成することも可能であり、これにより、移動局装置との通信の品質を向上させることができる。

【 0 0 4 7 】

また、移動局装置からの信号の到来方向と当該信号の電力との少なくともいずれか一方を検出する態様としては、例えば到来方向のみを検出する態様が用いられてもよく、例えば電力のみを検出する態様が用いられてもよく、例えば到来方向と電力との両方を検出する態様が用いられてもよい。

また、到来方向や電力を検出する態様としては、例えば厳密な到来方向や厳密な電力の値を検出するのが好ましいが、本発明では、到来方向や電力を推定的に検出する態様をも包含している。

また、本発明に言う電力としては、好ましい態様として、例えば移動局装置からの信号の電力の時間的な（つまり、或る時間幅の）平均値（平均電力）を検出することもできる。

【 0 0 4 8 】

また、本発明に言う検出結果に基づく受信ウエイト制御法としては、上記にお

いて到来方向のみが検出された場合には例えば到来方向の検出結果に基づく受信ウエイト制御法が用いられ、上記において電力のみが検出された場合には例えば電力の検出結果に基づく受信ウエイト制御法が用いられ、上記において到来方向と電力との両方が検出された場合には例えば到来方向の検出結果と電力の検出結果との両方に基づく受信ウエイト制御法が用いられる。

【 0 0 4 9 】

また、本発明に言う（到来方向や電力の）検出結果に基づく受信ウエイト制御法により各アンテナの受信ウエイトを算出する態様としては、例えば当該検出結果を（そのまま）用いた受信ウエイト制御法により各アンテナの受信ウエイトを算出する態様や、例えば当該検出結果を補正したものを用いた受信ウエイト制御法により各アンテナの受信ウエイトを算出する態様や、例えば当該検出結果に基づいて（例えば予め用意された）複数の受信ウエイト制御法の中から受信ウエイト制御法を選択して当該選択した受信ウエイト制御法により各アンテナの受信ウエイトを算出する態様などを用いることができる。

【 0 0 5 0 】

また、受信ウエイト制御法としては、例えば移動局装置からの信号の到来方向に基づいて受信ウエイトを算出する共相等振幅励振法や、例えば移動局装置からの信号の到来方向及び電力に基づいて受信ウエイトを算出する（例えば後述するウィーナー解を算出するような）S I N R基準法などを用いることができる。

【 0 0 5 1 】

また、受信特性がよくなる条件としては、例えば受信レベルが大きくなる条件を用いることや、例えばS I N Rが大きくなる条件を用いることや、例えばS N R (Signal to Noise Ratio) が大きくなる条件を用いることなどができる。なお、上記した共相等振幅励振法では通信相手となる移動局装置からの信号の受信レベルを例えば最大とする演算が行われ、上記したS I N R基準法では通信相手となる移動局装置からの信号のS I N Rを例えば最大とする演算が行われる。

また、本発明に言う解とは、上記のように本発明に言う受信ウエイト制御法により得られる解であり、各アンテナの受信ウエイトに相当するものである。

【 0 0 5 2 】

なお、以上で述べたものも含めて、本発明に係る受信機の好ましい幾つかの構成例を以下に示しておく。

一例として、本発明の構成例では、複数のアンテナのそれぞれに受信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての受信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置から送信される信号を受信する受信機において、通信相手となる移動局装置からの信号の到来方向を検出する到来方向検出手段と、検出された到来方向に基づく共相等振幅励振法により通信相手となる移動局装置からの信号の受信レベルが大きくなる条件で得られる解を各アンテナの受信ウエイトとして算出し、算出した受信ウエイトを用いて当該信号を受信する受信手段とを備える。これは、受信ウエイト制御法として共相等振幅励振法を用いた受信機の構成例である。

【 0 0 5 3 】

また、一例として、本発明の構成例では、複数のアンテナのそれぞれに受信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての受信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置から送信される信号を受信する受信機において、移動局装置からの信号の到来方向を検出する到来方向検出手段と、移動局装置からの信号の電力を検出する電力検出手段と、検出された到来方向及び検出された電力に基づく S I N R 基準法により通信相手となる移動局装置からの信号の S I N R が大きくなる条件で得られる解を各アンテナの受信ウエイトとして算出し、算出した受信ウエイトを用いて当該信号を受信する受信手段とを備える。これは、受信ウエイト制御法として S I N R 基準法を用いた受信機の構成例である。

【 0 0 5 4 】

また、一例として、本発明の構成例では、複数のアンテナのそれぞれに受信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての受信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置から送信される信号を受信する受信機において、移動局装置からの信号の到来方向を検出する到来方向検出手段と、移動局装置からの信号の電力を検出する電力検出手段と、検出された到来方向及び検出された電力に基づいて受信ウエイト制御法を選択し、選択した受信ウエイト制御法により通信相手となる移動局装置からの信号の受信特性がよくなるように各アンテナの

受信ウエイトを算出し、算出した受信ウエイトを用いて当該信号を受信する受信手段とを備える。これは、検出された到来方向や電力に基づいて受信ウエイト制御法を選択する受信機の構成例である。

【 0 0 5 5 】

なお、このような構成では、例えば検出される到来方向や電力に応じて最適な受信ウエイト制御法を選択することが可能である。具体例として、通信相手となる移動局装置から低電力の信号を受信する場合には共相等振幅励振法を選択して当該共相等振幅励振法により受信ウエイトを制御する一方、通信相手となる移動局装置から高電力の信号を受信する場合には S I N R 基準法を選択して当該 S I N R 基準法により受信ウエイトを制御する制御方式などを用いることができる。ここで、いずれの受信ウエイト制御法を選択するかは例えばそれぞれの受信ウエイト制御法の特徴等を考慮して任意に決定されてもよく、一例として、共相等振幅励振法は S I N R 基準法等と比べて少ない演算量で解を算出できるといった利点を有している。

【 0 0 5 6 】

また、一例として、以上のような受信機では、上記した電力検出手段は移動局装置からの信号の電力として当該電力の時間平均値を検出する。

また、一例として、以上のような受信機は、移動無線通信システムの基地局装置や、移動無線通信システムの中継増幅装置（中継増幅器）などに設けられる。

【 0 0 5 7 】

次に、本発明に係る送受信機を説明する。

すなわち、上記目的を達成するため、本発明に係る送受信機では、次のようにして、移動局装置から送信される信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての送信指向性を制御して、通信（送信）相手となる移動局装置に対する信号を送信する。

すなわち、移動局装置からの信号の到来方向と当該信号の電力との少なくともいずれか一方を検出し、当該検出結果に基づく送信ウエイト制御法により通信相手となる移動局装置に対する信号の送信特性がよくなる条件で得られる解を各ア

ンテナの送信ウエイトとして算出し、算出した送信ウエイトを用いて当該信号を送信する。

【 0 0 5 8 】

従って、例えば従来の LMS 等のような送信ウエイトの逐次更新が行われるのではなく、移動局装置からの信号の到来方向や電力に基づく送信ウエイト制御法により得られる解を送信ウエイトとして算出することが行われるため、例えば送信ウエイトを高速に算出することができ、これにより、移動局装置との通信特性を向上させることができる。

【 0 0 5 9 】

なお、各アンテナの送信ウエイトとは、例えば送信対象となる同一の信号を各アンテナから送信するに際して各アンテナ毎に当該信号に施される振幅や位相の調整値のことである。ここで、送信ウエイトとしては、必ずしも振幅と位相の両方を調整するものが用いられなくともよく、例えば振幅のみを調整するものや、或いは、位相のみを調整するものが用いられてもよい。送受信機では、このような送信ウエイトを複数のアンテナのそれぞれにもたせる（重み付けする）ことにより、これら複数のアンテナ全体として当該送信ウエイトに応じた送信指向性を実現することができる。

【 0 0 6 0 】

ここで、複数のアンテナの数としては、特に限定はなく、種々な数が用いられてもよい。

また、複数のアンテナの配置としては、特に限定はなく、種々な配置が用いられてもよい。

【 0 0 6 1 】

また、例えば送受信機から移動局装置に対して送信する信号が複数のパスを介して当該移動局装置に到来するようなマルチパス環境で通信が行われるときに、これら複数のパスの中の 1 つのパスを介して当該移動局装置に到来する信号を送信対象とするような場合には、当該パスの信号が本発明に言う通信相手となる移動局装置に対する信号であるとみなされ、当該パスの信号の送信に際しては、他のパスの信号は例えば干渉信号であるとみなされる。

【 0 0 6 2 】

また、例えば送受信機から移動局装置に対して送信する信号が複数のパスを介して当該移動局装置に到来するような場合には、これら複数のパスを介して到来する（複数の）信号を当該移動局装置において（例えば R A K E 合成等により）合成することも可能であり、これにより、送受信機と移動局装置との通信の品質を向上させることができる。

【 0 0 6 3 】

また、移動局装置からの信号の到来方向と当該信号の電力との少なくともいずれか一方を検出する態様としては、例えば到来方向のみを検出する態様が用いられてもよく、例えば電力のみを検出する態様が用いられてもよく、例えば到来方向と電力との両方を検出する態様が用いられてもよい。

また、到来方向や電力を検出する態様としては、例えば厳密な到来方向や厳密な電力の値を検出するのが好ましいが、本発明では、到来方向や電力を推定的に検出する態様をも包含している。

また、本発明に言う電力としては、好ましい態様として、例えば移動局装置からの信号の電力の時間的な（つまり、或る時間幅の）平均値（平均電力）を検出することもできる。

【 0 0 6 4 】

また、本発明に言う検出結果に基づく送信ウエイト制御法としては、上記において到来方向のみが検出された場合には例えば到来方向の検出結果に基づく送信ウエイト制御法が用いられ、上記において電力のみが検出された場合には例えば電力の検出結果に基づく送信ウエイト制御法が用いられ、上記において到来方向と電力との両方が検出された場合には例えば到来方向の検出結果と電力の検出結果との両方に基づく送信ウエイト制御法が用いられる。

【 0 0 6 5 】

また、本発明に言う（到来方向や電力の）検出結果に基づく送信ウエイト制御法により各アンテナの送信ウエイトを算出する態様としては、例えば当該検出結果を（そのまま）用いた送信ウエイト制御法により各アンテナの送信ウエイトを算出する態様や、例えば当該検出結果を補正したものをを用いた送信ウエイト制御

法により各アンテナの送信ウェイトを算出する態様や、例えば当該検出結果に基づいて（例えば予め用意された）複数の送信ウェイト制御法の中から送信ウェイト制御法を選択して当該選択した送信ウェイト制御法により各アンテナの送信ウェイトを算出する態様などを用いることができる。

【 0 0 6 6 】

また、送信ウェイト制御法としては、例えば移動局装置に対する信号の送信（放射）方向に基づいて送信ウェイトを算出する共相等振幅励振法や、例えば移動局装置に対する信号の送信方向及び（送信）電力に基づいて送信ウェイトを算出する（例えば後述するウィーナー解を算出するような）S I N R基準法などを用いることができる。ここで、本発明では、例えば移動局装置に対する信号の送信（放射）方向を当該移動局装置からの信号の到来方向に基づいて決定することが行われ、また、例えば移動局装置に対する信号の（送信）電力を当該移動局装置からの信号の（受信）電力に基づいて決定することなどが行われる。

【 0 0 6 7 】

また、送信特性がよくなる条件としては、例えば送信レベルが大きくなる条件を用いることや、例えばS I N Rが大きくなる条件を用いることや、例えばS N R (Signal to Noise Ratio) が大きくなる条件を用いることなどができる。なお、上記した共相等振幅励振法では送信相手となる移動局装置に対する信号の送信レベルを例えば最大とする演算が行われ、上記したS I N R基準法では送信相手となる移動局装置に対する信号のS I N Rを例えば最大とする演算が行われる。

また、本発明に言う解とは、上記のように本発明に言う送信ウェイト制御法により得られる解であり、各アンテナの送信ウェイトに相当するものである。

【 0 0 6 8 】

また、本発明に係る送受信機では、設定された条件に基づいて送信ウェイト制御の対象外とする補償不要信号を（例えば複数の到来信号の中から）検出し、検出した補償不要信号を送信ウェイト制御の対象外として（つまり、例えば補償不要信号以外の信号の到来方向や電力に基づく送信ウェイト制御法により）各アンテナの送信ウェイトを算出し、算出した送信ウェイトを用いて通信相手となる移

動局装置に対する信号を送信する。

【 0 0 6 9 】

従って、例えば通信可能な移動局装置の数が多いような場合であっても、送信ウェイト制御の対象外とする補償不要信号が除外されて送信ウェイトが算出されるため、例えば通信相手となる移動局装置に対する信号の送信方向以外であって補償不要信号の方向以外の方向に対する干渉信号を十分に小さくすることができる、これにより、従来と比べて良好な送信指向性を実現することができる。

【 0 0 7 0 】

ここで、設定された条件としては、種々な条件が用いられてもよく、例えば高電力の信号を補償不要信号として検出する条件や、例えば低電力の信号を補償不要信号として検出する条件や、例えば通信相手となる移動局装置に対する信号の近傍方向に位置する信号（希望信号の近傍にある信号）を補償不要信号として検出する条件などを用いることができる。

【 0 0 7 1 】

具体的には、例えば高電力の信号を補償不要信号として検出すると、当該高電力信号の方向に対する干渉低減効果はなくなるが、他の信号（つまり、低電力の信号）の方向に対する干渉低減効果を増大させることができる。このような検出を行う条件は、例えば高電力信号と比べて低電力信号の特性（干渉に対する品質）が悪い時などに用いられるのが好ましい。

【 0 0 7 2 】

また、例えば低電力の信号を補償不要信号として検出すると、当該低電力信号の方向に対する干渉低減効果はなくなるが、他の信号（つまり、高電力の信号）の方向に対する干渉低減効果を増大させることができる。このような検出を行う条件は、例えば低電力信号と比べて高電力信号の特性（干渉に対する品質）が悪い時などに用いられるのが好ましい。

【 0 0 7 3 】

また、例えば希望信号の近傍の信号を補償不要信号として検出すると、当該希望信号近傍信号の方向に対する干渉低減効果はなくなるが、他の信号（つまり、希望信号の近傍にない信号）の方向に対する干渉低減効果を増大させることがで

き、また、希望信号の方向に対する信号強度（電力）を向上させることができる。このような検出を行う条件は、例えば希望信号近傍信号に対応する移動局装置（近傍ユーザ）と比べて希望信号に対応する移動局装置（希望ユーザ）の特性（干渉に対する品質）が悪い時などに用いられるのが好ましい。

【 0 0 7 4 】

また、設定された条件としては、例えば（予め）固定的に設定された条件が用いられてもよく、また、例えば（予め用意された）複数の条件の中から通信状況等に応じて選択的に設定されるような条件が用いられてもよい。具体的には、例えば各移動局装置毎（各ユーザ毎）に対応した条件を選択して用いるような態様や、例えば時間毎に異なる条件を選択して用いるような態様などを用いることができる。

【 0 0 7 5 】

また、本発明に係る送受信機では、到来方向の検出結果或いは電力の検出結果の少なくともいずれか一方を、移動局装置からの信号の受信状況と移動局装置に対する信号の送信状況との差異を補償するように補正し、当該補正結果を用いた送信ウエイト制御法により各アンテナの送信ウエイトを算出し、算出した送信ウエイトを用いて通信相手となる移動局装置に対する信号を送信する。

【 0 0 7 6 】

従って、例えば移動局装置からの信号の受信状況と移動局装置に対する信号の送信状況との間に方向（到来方向と送信方向）や電力（受信電力と送信電力）に関して差異があるような場合であっても、当該差異が補償されるように到来方向の検出結果や電力の検出結果が補正されて送信ウエイトが算出されるため、移動局装置との通信特性を向上させることができる。

【 0 0 7 7 】

ここで、到来方向の検出結果或いは電力の検出結果の少なくともいずれか一方を補正する態様としては、例えば到来方向のみが検出される場合には到来方向の検出結果を補正する態様が用いられ、例えば電力のみが検出される場合には電力の検出結果を補正する態様が用いられる。また、例えば到来方向と電力との両方が検出される場合には、到来方向の検出結果のみを補正する態様や、電力の検出

結果のみを補正する態様や、到来方向の検出結果と電力の検出結果との両方を補正する態様が用いられる。

【 0 0 7 8 】

具体的には、一例として、上り回線と下り回線とで使用する信号周波数が異なるような場合には、各アンテナ間の光路差や波長が（上り回線と下り回線との）信号周波数に依存することから、例えば受信ウエイトと送信ウエイトとを同じウエイトとすると、受信ウエイトにより実現される受信指向性パターンと送信ウエイトにより実現される送信指向性パターンとが多少異なってしまうことが生じる。つまり、例えば上り回線に対応した受信ウエイトによりヌルを形成したとしても、当該ヌルの方向が下り回線（送信ウエイト）では数度ほどずれてしまうことが生じる。そこで、本発明では、このような受信指向性パターンと送信指向性パターンとのずれ（差異）を補償するように、例えば到来方向の検出結果を補正する。

【 0 0 7 9 】

また、他の例として、上り回線と下り回線とで通信内容が異なることにより信号の電力が大きく異なるような場合には、通信相手となる移動局装置からの信号の電力を（そのまま）当該移動局装置に対する信号の電力とみなすと、良好な送信指向性パターンが実現されないことが生じ得る。そこで、本発明では、このような電力のずれ（差異）を補償するように、つまり、下り回線用の送信ウエイトでは当該電力差を考慮した送信指向性パターンを実現するように、例えば電力の検出結果を補正する。具体例として、上り回線では低速で低電力の信号が用いられるが下り回線では高速で高電力の信号が用いられるという情報が得られた場合には、送信電力が高くなるという情報に基づいて検出された受信電力を加工する（例えば当該受信電力に電力補正項を加える）ことにより、通信相手となる移動局装置との通信特性を向上させることができる。

【 0 0 8 0 】

なお、以上で述べたものも含めて、本発明に係る送受信機の好ましい幾つかの構成例を以下に示しておく。

一例として、本発明の構成例では、移動局装置から送信される信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウエイト

をもたせることによりこれらアンテナ全体としての送信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置に対する信号を送信する送受信機において、送信相手となる移動局装置からの信号の到来方向を検出する到来方向検出手段と、検出された到来方向に基づく共相等振幅励振法により通信相手となる移動局装置に対する信号の送信レベルが大きくなる条件で得られる解を各アンテナの送信ウェイトとして算出し、算出した送信ウェイトを用いて当該信号を送信する送信手段とを備える。これは、送信ウェイト制御法として共相等振幅励振法を用いた送受信機の構成例である。

【 0 0 8 1 】

また、一例として、本発明の構成例では、移動局装置から送信される信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウェイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての送信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置に対する信号を送信する送受信機において、移動局装置からの信号の到来方向を検出する到来方向検出手段と、移動局装置からの信号の電力を検出する電力検出手段と、検出された到来方向及び検出された電力に基づく $SINR$ 基準法により通信相手となる移動局装置に対する信号の $SINR$ が大きくなる条件で得られる解を各アンテナの送信ウェイトとして算出し、算出した送信ウェイトを用いて当該信号を送信する送信手段とを備える。これは、送信ウェイト制御法として $SINR$ 基準法を用いた送受信機の構成例である。

【 0 0 8 2 】

また、一例として、本発明の構成例では、移動局装置から送信される信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウェイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての送信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置に対する信号を送信する送受信機において、移動局装置からの信号の到来方向を検出する到来方向検出手段と、移動局装置からの信号の電力を検出する電力検出手段と、検出された到来方向及び検出された電力に基づいて送信ウェイト制御法を選択し、選択した送信ウェイト制御法により通信相手となる移動局装置に対する信号の送信特性がよくなるように各アンテナの送信ウェイトを算出し、算出した送信ウェイトを用いて当該信号を送信する送信手

段とを備える。これは、検出された到来方向や電力に基づいて送信ウェイト制御法を選択する送受信機の構成例である。

【 0 0 8 3 】

なお、このような構成では、例えば検出される到来方向や電力に応じて最適な送信ウェイト制御法を選択することが可能である。具体例として、通信相手となる移動局装置に対して低電力の信号を送信する場合には共相等振幅励振法を選択して当該共相等振幅励振法により送信ウェイトを制御する一方、通信相手となる移動局装置に対して高電力の信号を送信する場合には S I N R 基準法を選択して当該 S I N R 基準法により送信ウェイトを制御する制御方式などを用いることができる。ここで、いずれの送信ウェイト制御法を選択するかは例えばそれぞれの送信ウェイト制御法の特徴等を考慮して任意に決定されてもよく、一例として、共相等振幅励振法は S I N R 基準法等と比べて少ない演算量で解を算出できるといった利点を有している。

【 0 0 8 4 】

また、一例として、以上のような送受信機では、上記した電力検出手段は移動局装置からの信号の電力として当該電力の時間平均値を検出する。

また、一例として、以上のような送受信機は、移動無線通信システムの基地局装置や、移動無線通信システムの中継増幅装置（中継増幅器）などに設けられる。

【 0 0 8 5 】

次に、一般に知られている共相等振幅励振法や S I N R 基準法の概要を説明しておく。

共相等振幅励振法は、希望方向に対して最大の信号強度（受信強度や送信強度）が実現されるように、各アンテナの信号振幅（信号電力）を等しくして信号位相を希望方向へそろえるようにする解を算出する（受信や送信の）ウェイト制御法であり、本発明では、希望方向として例えば検出される到来方向（そのもの）や当該到来方向を補正したものが用いられる。なお、共相等振幅励振法では、電力の情報については不要である。

【 0 0 8 6 】

具体的には、共相等振幅励振法では、例えば希望信号の到来方向の情報を用いて決定される（希望信号の）アレー応答ベクトルの複素共役に相当するものが、解となる受信ウエイトとして算出される。

【 0 0 8 7 】

なお、共相等振幅励振法を用いた従来のウエイト制御の方式では、複数用意された共相等振幅励振ウエイト（受信や送信のウエイト）から最適なウエイトを選択することが行われていた。これに対して、本発明では、検出された到来方向の情報を用いて（1つの解として求められる）ウエイトを算出することにより、例えば従来と比べて、高速に（受信や送信の）ウエイトを算出することができる。

【 0 0 8 8 】

また、S I N R基準法は、希望方向に対して最大のS I N Rが実現されるようにする解を算出するウエイト制御法であり、本発明では、検出される到来方向（そのもの、或いは、補正したもの）や検出される電力（そのもの、或いは、補正したもの）を用いて当該算出が行われる。

【 0 0 8 9 】

一例として、最大のS I N Rを実現するウエイト（解）となるウィーナー解は、検出される到来方向の情報及び検出される電力の情報を用いて決定される相関行列R（ここで、Rは行列）と、検出される希望信号の到来方向の情報を用いて決定される（希望信号の）アレー応答ベクトルh（ここで、hはベクトル）とから算出され、具体的には、ウィーナー解W（ここで、Wはベクトル） $= R^{-1} \cdot h$ となる。このようなウィーナー解Wは、例えば全ての到来信号（到来波）に関する到来方向と電力の情報を用いて算出される。

【 0 0 9 0 】

なお、従来では、例えば実際のアンテナ入力を用いて（雑音を含む）相関行列Rを生成することは可能ではあったが、到来方向が分からなかったことからアレー応答ベクトルhを生成することができず、ウィーナー解を算出することはできなかった。

【 0 0 9 1 】

ここで、上記したS I N R基準や相関行列Rやアレー応答ベクトルhなどにつ

いては、例えば「“アダプティブアレーと移動通信”、大鐘武雄 小川恭孝 著、電子情報通信学会誌 1998年12月号～1999年3月号」に記載がある。

例えばアレー応答ベクトル h は、信号の到来方向によって変化する各アンテナ（素子）の位相回転ベクトルに相当する。例えば N 個のアンテナ（素子）からアダプティブアレイアンテナが構成される場合には、アレー応答ベクトル h は N 行 1 列のベクトルとなる。

また、例えば相関行列 R は、各信号のアレー応答ベクトル h の複素共役と当該アレー応答ベクトルの転置行列との積を当該各信号の電力で重み付けして加算することにより得られる N 行 N 列の行列となる。

【0092】

以上のように、本発明に係る受信機や送受信機では、検出される到来方向や検出される電力に基づくウェイト制御法により、希望ユーザ信号電力対干渉信号電力レベルなどの高い信号通信（受信や送信）を実現することができ、これにより、例えば従来の LMS 等を用いた逐次更新のようにウェイトの収束時間に多大な時間を要してしまうといったことを生じさせずに、アダプティブアレイによる良好なアンテナゲインを得ることができる。

【0093】

【発明の実施の形態】

本発明に係る実施例を図面を参照して説明する。

なお、以下の実施例では、アダプティブアレイアンテナを備えて CDMA 方式により移動局装置と無線通信する CDMA 基地局装置に本発明を適用した場合を示す。

【0094】

まず、本発明の第 1 実施例に係る受信機を設けた CDMA 基地局装置を説明する。

図 1 には、本例に係る受信機を設けた CDMA 基地局装置の一構成例として、当該 CDMA 基地局装置に備えられた複数（本例では、 N 個）のアンテナ（素子） $A_1 \sim A_N$ や、複数（本例では、 N 個）のデュプレクサ $B_1 \sim B_N$ や、複数の

R F（無線）受信機 C 1 ~ C N や、到来方向推定及び電力平均測定部 1 や、（受信）ウエイト制御部 2 や、複数（本例では、N 個）の（受信ウエイト）乗算器 D 1 ~ D N や、加算器 3 を示してある。なお、本例では、複数（本例では、N 個）の受信系が備えられており、それぞれの受信系は 1 つのアンテナ A 1 ~ A N や 1 つのデュプレクサ B 1 ~ B N や 1 つの R F 受信機 C 1 ~ C N や 1 つの乗算器 D 1 ~ D N を用いて構成されている。

【 0 0 9 5 】

各アンテナ A 1 ~ A N は、移動局装置（本例では、C D M A 方式を採用した C D M A 移動局装置）から無線送信される拡散信号を受信して当該拡散信号を各デュプレクサ B 1 ~ B N へ出力する一方、各デュプレクサ B 1 ~ B N から入力された拡散信号を移動局装置に対して無線送信する機能を有している。

【 0 0 9 6 】

各デュプレクサ B 1 ~ B N は、送信信号と受信信号とを分離する機能を有しており、具体的には、各アンテナ A 1 ~ A N から入力される信号を各 R F 受信機 C 1 ~ C N へ出力する一方、各 R F 送信機（図示せず）から入力される信号を各アンテナ A 1 ~ A N へ出力することにより、同一のアンテナ A 1 ~ A N を送受信に共用することを可能にしている。

【 0 0 9 7 】

各 R F 受信機 C 1 ~ C N は、各アンテナ A 1 ~ A N により受信されて各デュプレクサ C 1 ~ C N を介して入力される信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ の周波数帯を R F（無線周波数）帯からベースバンド帯へ変換して、変換した（ベースバンド）信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ を各乗算器 D 1 ~ D N へ出力するとともに、当該変換した信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ を（全ての R F 受信機 C 1 ~ C N について共通の）到来方向推定及び電力平均測定部 1 へ出力する機能を有している。

【 0 0 9 8 】

なお、“ $x_i(k)$ ” 中の “(k)” は信号値 x_i が時刻 k の関数であることを示し、また、“ $x_i(k)$ ” 中の “i” は、“x” がアダプティブアレイアンテナを構成する N 個のアンテナの中の i 番目（ $i = 1 \sim N$ ）のアンテナにより得られる信号であることを示す。

【 0 0 9 9 】

到来方向推定及び電力平均測定部 1 は、各 R F 受信機 C 1 ~ C N から入力される信号に基づいて、各移動局装置から（当該 C D M A 基地局装置に）到来する信号の到来方向を推定的に検出することや、各移動局装置から（当該 C D M A 基地局装置に）到来する信号の（例えば予め設定された時間幅における）平均電力を検出することを行い、到来方向の検出結果や平均電力の検出結果（或いは、これらの検出結果を加工したもの）をウエイト制御部 2 に通知する機能を有している。なお、到来方向や電力の検出は、例えば後述するウエイト制御部 2 によりウエイトを算出するために到来方向や電力の検出結果が必要とされる全ての信号に関して行われる。

【 0 1 0 0 】

また、例えば移動局装置から送信される拡散信号が複数のパス（経路）を介して当該 C D M A 基地局装置により受信されるとともに当該 C D M A 基地局装置から送信する拡散信号が複数のパスを介して移動局装置に到来するようなマルチパス環境の通信で用いられる場合には、本例の到来方向推定及び電力平均測定部 1 は、移動局装置から複数のパスを介して受信される各信号（各マルチパス信号）毎にその到来方向や電力を検出する。

【 0 1 0 1 】

なお、例えば各 R F 受信機 C 1 ~ C N から出力される信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ を各パス毎の信号に分離して、各パスを介して受信される同一の信号を R A K E 合成する構成とすることにより、上記のようなマルチパス環境の通信を効率化することが可能である。ここで、本例のように C D M A 方式が用いられる場合には、受信信号を拡散符号で逆拡散する時点で各パス毎の信号が分離される。また、本例では、各移動局装置にも R A K E 合成を行う機能が備えられており、各移動局装置は当該機能を用いて C D M A 基地局装置から複数のパスを介して受信される同一の信号を R A K E 合成する。

【 0 1 0 2 】

ここで、移動局装置からの信号の到来方向を検出する方法としては、種々な方法が用いられてもよく、好ましい態様として、例えば「“多ユーザ環境における

DS-SSDMAシステムの下り回線用アダプティブアレーアンテナ”、北原美奈子 小川恭孝 大鐘武雄 著、平成12年2月18日に開催の電子情報通信学会「アンテナ・伝搬、無線通信システム研究会」の予稿集」や特願2000-037007号公報に記載された到来方向の推定法を用いると、簡易な構成で信号の到来方向を（例えば推定的に）検出することができる。なお、例えば上記従来例で示したMUSIC法やESPRIT法等を用いて信号の到来方向を検出する構成とすることも可能である。

【0103】

ウェイト制御部2は、例えば到来方向推定及び電力平均測定部1から通知される到来方向の検出結果や平均電力の検出結果（の一方或いは両方）をパラメータとして用いて所定の受信ウェイト制御法による解（本例では、各アンテナA1～ANに対応するN個の複素数値 $\omega_1 \sim \omega_N$ ）を算出し、当該解を受信ウェイト（各アンテナA1～ANに対応するN個のウェイト $\omega_1 \sim \omega_N$ ）として各乗算器D1～DNへ出力する機能を有している。

【0104】

ここで、受信ウェイト制御法としては、種々な制御法が用いられてもよく、例えば通信相手となる移動局装置からの信号（希望信号）の方向に対して最大レベルの放射を向ける共相等振幅励振法や、希望信号の方向のSINRを最大とするSINR基準法などを用いることができる。

【0105】

各乗算器D1～DNは、各RF受信機C1～CNから入力される信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ とウェイト制御部2から入力される受信ウェイト $\omega_1 \sim \omega_N$ とを乗算し、当該乗算結果を加算器3へ出力する機能を有している。ここで、各受信ウェイト $\omega_1 \sim \omega_N$ は、各アンテナA1～ANにより受信される信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ に対応したものである。

【0106】

加算器3には、上述のように、各アンテナA1～ANから得られた信号 $x_1(k) \sim x_N(k)$ と各受信ウェイト $\omega_1 \sim \omega_N$ との乗算結果が全てのアンテナA1～ANについて入力される。加算器3は、これら入力されるN個の乗算結果（

$x_1(k) \cdot \omega_1 \sim x_N(k) \cdot \omega_N$ を総和し、当該総和結果を通信相手となる移動局装置からの信号のアダプティブアレイによる受信結果（アンテナ出力信号）として出力する。なお、このようにして得られる受信結果は、例えば図外の受信処理部により復調等される。

【0107】

以上のように、例えば従来では LMS 等の逐次演算型の受信ウエイト制御法により受信ウエイトを収束させていたのに対して、本例の受信機では、検出される到来方向や電力に基づいて、一度の演算（逐次演算型ではない演算）の解として受信ウエイトを算出することが可能な受信ウエイト制御法により受信ウエイトを算出して用いることができるため、従来の LMS 等と比べて、ウエイト形成に要する時間を短縮することができ、これにより、移動局装置との通信特性を向上させることができる。

【0108】

次に、本発明の第 2 実施例に係る送受信機を設けた CDMA 基地局装置を説明する。

図 2 には、本例に係る送受信機を設けた CDMA 基地局装置の一構成例として、当該 CDMA 基地局装置に備えられた複数（本例では、 N 個）のアンテナ（素子） $E_1 \sim E_N$ や、複数（本例では、 N 個）のデュプレクサ $F_1 \sim F_N$ や、複数の RF（無線）受信機 $G_1 \sim G_N$ や、到来方向推定及び電力平均測定部 11 や、（送信）ウエイト制御部 12 や、（送信）ウエイト較正部 13 や、複数（本例では、 N 個）の（送信ウエイト）乗算器 $I_1 \sim I_N$ や、複数（本例では、 N 個）の RF 送信機 $H_1 \sim H_N$ を示してある。

【0109】

なお、本例では、複数（本例では、 N 個）の受信系及び複数（本例では、 N 個）の送信系が備えられており、それぞれの受信系は 1 つのアンテナ $E_1 \sim E_N$ や 1 つのデュプレクサ $F_1 \sim F_N$ や 1 つの RF 受信機 $G_1 \sim G_N$ を用いて構成されており、それぞれの送信系は 1 つの乗算器 $I_1 \sim I_N$ や 1 つの RF 送信機 $H_1 \sim H_N$ や 1 つのデュプレクサ $F_1 \sim F_N$ や 1 つのアンテナ $E_1 \sim E_N$ を用いて構成されている。

【0110】

ここで、各アンテナE1～ENや各デュプレクサF1～FNや各RF受信機G1～GNや到来方向推定及び電力平均測定部11の機能としては、それぞれ、例えば上記第1実施例の図1に示したものと同様である。

以下では、ウエイト制御部12やウエイト較正部13や乗算器I1～INやRF送信機H1～HNについて詳しく説明する。

【0111】

ウエイト制御部12は、例えば到来方向推定及び電力平均測定部11から通知される到来方向の検出結果や平均電力の検出結果（の一方或いは両方）をパラメータとして用いて所定の送信ウエイト制御法による解（本例では、各アンテナE1～ENに対応するN個の複素数値 $\omega_1 \sim \omega_N$ ）を算出し、当該解を送信ウエイト（各アンテナE1～ENに対応するN個のウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ ）としてウエイト較正部13へ出力する機能を有している。

【0112】

ここで、送信ウエイト制御法としては、種々な制御法が用いられてもよく、例えば送信相手となる移動局装置に対する信号（希望信号）の方向に対して最大レベルの放射を向ける共相等振幅励振法や、希望信号の方向のSINRを最大とするSINR基準法などを用いることができる。

【0113】

ウエイト較正部13は、例えば図外の制御部から入力される送受信補正用信号の情報に基づいて、ウエイト制御部12から入力されるN個の送信ウエイト $\omega_1 \sim \omega_N$ に所定の較正処理を施し、これにより得られるN個のウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ を（較正後の）送信ウエイトとして各アンテナE1～ENに対応した乗算器I1～INへ出力する機能を有している。

【0114】

また、上記した所定の較正処理とは、各RF受信機G1～GNの複素振幅特性と各RF送信機H1～HNの複素振幅特性とが各アンテナE1～EN毎や各パス毎に異なっていることの影響を取り除く処理のことである。なお、このような較正処理が必要でない場合には、例えばウエイト制御部12から出力される送信ウ

エイト $\omega_1 \sim \omega_N$ がそのまま上記した送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ として用いられる。

【0115】

各乗算器 $I_1 \sim I_N$ には通信相手となる移動局装置に対する信号（送信信号） $t(k)$ が入力されるとともに、ウエイト較正部13から各アンテナ $E_1 \sim E_N$ に対応する送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ が入力される。各乗算器 $I_1 \sim I_N$ は、入力される送信信号 $t(k)$ と送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ とを乗算した結果（ $\omega'_1 \cdot t(k) \sim \omega'_N \cdot t(k)$ ）を各RF送信機 $H_1 \sim H_N$ へ出力する機能を有している。なお、送信信号 $t(k)$ に各送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ が乗算されることにより、当該各送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ に応じて送信信号 $t(k)$ の振幅や位相が調整される。

【0116】

各RF送信機 $H_1 \sim H_N$ は、各乗算器 $I_1 \sim I_N$ から入力される信号の周波数帯をベースバンド帯からRF帯へ変換し、このようにして搬送周波数帯（RF帯）へ変換した信号を各デュプレクサ $F_1 \sim F_N$ へ出力する機能を有している。そして、上記したように、各デュプレクサ $F_1 \sim F_N$ へ出力される信号は各アンテナ $E_1 \sim E_N$ から無線送信される。

【0117】

なお、例えば上記した各RF送信機 $H_1 \sim H_N$ の機能を各乗算器 $I_1 \sim I_N$ の前段に備えることも可能であり、この場合には、送信信号 $t(k)$ がRF帯の信号へ変換された後に当該送信信号 $t(k)$ に各送信ウエイト $\omega'_1 \sim \omega'_N$ が乗算される。

【0118】

以上のように、本例の送受信機では、例えば上記第1実施例で示した受信機が上り回線において移動局装置からの信号を受信する場合に採用したウエイト制御と同様な制御を、下り回線において移動局装置に対する信号を送信する場合のウエイト制御に適用しており、上記第1実施例の場合と同様に、最適なウエイトを高速に算出する等の効果を得ることができる。具体的には、例えば従来ではLMS等の逐次演算型の送信ウエイト制御法により送信ウエイトを収束させていたの

に対して、本例の送受信機では、検出される到来方向や電力に基づいて、一度の演算（逐次演算型ではない演算）の解として送信ウェイトを算出することが可能な送信ウェイト制御法により送信ウェイトを算出して用いることができるため、従来のLMS等と比べて、ウェイト形成に要する時間を短縮することができる。これにより、移動局装置との通信特性を向上させることができる。

【 0 1 1 9 】

また、本例の送受信機では、例えば移動局装置からCDMA基地局装置に対して送信される信号の周波数（上り回線で使用される周波数）とCDMA基地局装置から移動局装置に対して送信される信号の周波数（下り回線で使用される周波数）とが異なるような場合においても、例えば到来方向推定及び電力平均測定部11により到来方向の検出結果を補正することにより、このような上り回線と下り回線との通信状況の違い（上下非対称通信）を考慮して補償した送信指向性パターンを実現することができる。

【 0 1 2 0 】

同様に、本例の送受信機では、例えば上り回線と下り回線との信号電力の違いを補償することができる。

これを具体的に説明すると、例えば移動局装置からの信号について検出される各到来方向毎の平均電力は上り回線での平均電力であり、上り回線と下り回線とで用いられる信号電力（通信速度）が同一であれば、上り回線と下り回線とで用いられる信号の平均電力は（ほぼ）同一であると考えられるため、上り回線での平均電力を（そのまま）用いて下り回線の送信ウェイトを算出することは有効である。

【 0 1 2 1 】

しかしながら、例えば下り回線でデータのダウンロードを行う等の理由から下り回線でのみ信号の電力が高くなる（通信速度が高くなる）ような場合には、移動局装置からの信号について検出される電力（平均電力）は比較的低い一方、移動局装置に対する信号の電力は比較的高くすることが要求される。この場合、本例の送受信機では、例えば到来方向推定及び電力平均測定部11により平均電力の検出結果を補正して当該補正後の平均電力（例えば送信信号に対応する電力を

検出された平均電力で重み付けしたもの)をウエイト制御部12に通知することにより、上下の回線での通信品質の違いによる影響を補償することができる。

【0122】

次に、本発明の第3実施例に係る送受信機を設けたCDMA基地局装置を説明する。

図3には、本例に係る送受信機を設けたCDMA基地局装置の一構成例として、当該CDMA基地局装置に備えられた複数(本例では、N個)のアンテナ(素子)J1~JNや、複数(本例では、N個)のデュプレクサK1~KNや、複数のRF(無線)受信機L1~LNや、到来方向推定及び電力平均測定部21や、補償不要信号判定部22や、(送信)ウエイト制御部23や、(送信)ウエイト較正部24や、複数(本例では、N個)の(送信ウエイト)乗算器P1~PNや、複数(本例では、N個)のRF送信機M1~MNを示してある。

【0123】

なお、本例では、複数(本例では、N個)の受信系及び複数(本例では、N個)の送信系が備えられており、それぞれの受信系は1つのアンテナJ1~JNや1つのデュプレクサK1~KNや1つのRF受信機L1~LNを用いて構成されており、それぞれの送信系は1つの乗算器P1~PNや1つのRF送信機M1~MNや1つのデュプレクサK1~KNや1つのアンテナJ1~JNを用いて構成されている。

【0124】

ここで、各アンテナJ1~JNや各デュプレクサK1~KNや各RF受信機L1~LNや到来方向推定及び電力平均測定部21や送信ウエイト較正部24や各乗算器P1~PNや各RF送信機M1~MNの機能としては、それぞれ、例えば上記第2実施例の図2に示したものと同様であるが、本例の到来方向推定及び電力平均測定部21は到来方向や電力の検出結果(或いは、当該検出結果を加工したもの)を補償不要信号判定部22に通知する。

以下では、補償不要信号判定部22やウエイト制御部23について詳しく説明する。

【0125】

補償不要信号判定部 2 2 は、例えば予め設定された条件に基づいて、移動局装置からの信号（例えば検出された全てのパスの到来信号）の中からウェイト制御部 2 3 での送信ウェイト制御の対象外とする信号を補償不要信号として検出するとともに、検出した補償不要信号以外の信号について、到来方向推定及び電力測定部 2 1 から通知される到来方向や電力の情報をウェイト制御部 2 3 に通知する。

【 0 1 2 6 】

ここで、補償不要信号としては、例えば希望信号を送信するに際して当該希望信号による干渉の影響を除去する必要がない（干渉に対する補償が不要である）とみなされる信号が検出され、本例では、到来方向推定及び電力平均測定部 2 1 により検出された全ての到来方向の信号のそれぞれについて当該信号が補償不要信号であるか否かが判定される。

【 0 1 2 7 】

なお、補償不要信号の具体的な判定基準としては、例えば高電力の送信信号を補償不要信号とする判定基準や、低電力の送信信号を補償不要信号とする判定基準や、希望信号の近傍信号を補償不要信号とする判定基準などがあり、一例として、これら複数の判定基準の中から、通信状況に応じて通信特性が最もよくなると考えられる判定基準を選択して用いることにより、移動局装置との通信特性を向上させることが可能である。

【 0 1 2 8 】

ウェイト制御部 2 3 は、例えば補償不要信号判定部 2 2 から通知される到来方向の検出結果や平均電力の検出結果（の一方或いは両方）をパラメータとして用いて所定の送信ウェイト制御法による解（本例では、各アンテナ $J_1 \sim J_N$ に対応する N 個の複素数値 $\omega_1 \sim \omega_N$ ）を算出し、当該解を送信ウェイト（各アンテナ $J_1 \sim J_N$ に対応する N 個のウェイト $\omega_1 \sim \omega_N$ ）としてウェイト較正部 2 4 へ出力する機能を有している。

【 0 1 2 9 】

以上のように、本例の送受信機では、意図的に補償不要信号を（通信の際の）干渉信号とはみなさずに必要な方向に（のみ）アンテナ自由度を用いてビームを

形成することにより、例えばアンテナ自由度と比べて移動局装置からの信号の数（全パスの数）が多いような場合においても、移動局装置との通信特性を向上させることができる。つまり、本例の送受信機では、例えば補償不要信号の受信方向に対する送信時のアンテナ利得を低下させる（例えばヌルを向ける）ことにアレイパタンの自由度を用いないことで、その他（希望信号は除く）の信号の受信方向（放射を抑えるべきユーザ方向）に対する送信時のアンテナ利得を低下させることにアレイパタンの自由度を優先的に用いることができるため、（アンテナの総数によって限られてしまう）アンテナ自由度を有効に活用することができる。

【0130】

次に、上記第3実施例で示したように補償不要信号を送信ウエイト制御の対象外として送信ウエイトを算出する場合に関するシミュレーションの結果例を示して、補償不要信号を送信ウエイト制御の対象外とする場合の効果を従来例と比較して述べる。なお、本例では、補償不要信号として希望信号の近傍信号を検出する場合を示す。また、本例では、説明の便宜上から、補償不要信号を対象外としてN-LMSにより送信ウエイト制御を行う場合のシミュレーションの結果例を示すが、補償不要信号を送信ウエイト制御の対象外とすることによる効果としては、上記第3実施例に関しても同様な効果を得ることができる。

【0131】

また、本例のシミュレーションでは、高速ユーザに対する逆拡散前の送信電力の大きさが12 dBである一方、低速ユーザに対する逆拡散前の送信電力の大きさが0 dBであるマルチレートサービスを行うDS-SS-CDMA無線通信システムを仮定している。

【0132】

また、本例のシミュレーションでは、アンテナの総数が6であるとし、上り通信で用いられる波長 λ と下り通信で用いられる波長 λ' （本例では、 λ と λ' とは異なる波長）との中間波長 $(\lambda + \lambda') / 2$ の半分の波長 $(\lambda + \lambda') / 4$ を隣接する各アンテナ間の間隔として各アンテナを直線状に配置したリニアアレイが用いられるとしてある。また、本例のシミュレーションでは、CDMA基地局装置

が3セクタ構成の高アンテナ高基地局装置であるとしてあり、各信号の角度広がり
りが十分小さいと仮定してある。

【0133】

本例では、高速ユーザに対してCDMA基地局装置から送信される信号が低速ユーザに与える干渉に注目する。これは、高速ユーザに対する送信電力は低速ユーザに対する送信電力と比べて大きいことから、高速ユーザに対して送信される信号の電力は低速ユーザにとって大電力の干渉となってしまうためである。

【0134】

ここで、CDMA基地局装置において参照信号 $r(k)$ の到来方向に対して実現される送信時のアンテナ利得を G_h とし、各低速ユーザの第 g パス方向に対して実現される送信時のアンテナ利得を G_g とし、干渉低減量 IS (Interference Suppression) $= G_g / G_h$ を定義する。この場合、干渉低減量 IS は、CDMA基地局装置から高速ユーザに対して送信される信号が低速ユーザの第 g パス方向へ与える干渉の相対的な強さを示し、当該干渉低減量 IS が小さいほど、高速ユーザに対して送信される信号が低速ユーザの第 g パス方向へ与える干渉が小さくなる。

【0135】

上述したように、本例のCDMA基地局装置では、参照信号の到来方向に対して近傍であるとみなされる角度領域（ターゲット領域）から到来する信号を補償不要信号として、ウェイトを決定するに際して当該補償不要信号を除外して誤差信号 $e(k)$ を生成する。例えば、ターゲット領域を広くするほど、メインローブの幅が広がる一方、サイドローブに対して送信される信号の電力レベルが小さくなる。このように、メインローブの幅とサイドローブに対する電力レベルの間にはトレードオフの関係が成り立つ。

【0136】

ここで、ターゲット領域を設定する仕方の具体例を2つ示し、以下では、それぞれのターゲット領域の設定の仕方を“提案方式1”及び“提案方式2”と言う。なお、本例では、ターゲット領域の設定の仕方として好ましい態様を示すが、他の設定の仕方が用いられてもよい。

【 0 1 3 7 】

まず、“提案方式 1”に係るターゲット領域の設定の仕方を示す。

すなわち、“提案方式 1”では、ブロードサイド方向に主ビームを向ける共相等振幅励振アレイの主ビーム範囲の領域（第 1 ヌルで挟まれる領域）をターゲット領域として設定する。上述のように、共相等振幅励振では、例えば希望方向に対して最大の放射が実現されるような仕方で、各アンテナの信号振幅を等しくして信号位相を希望方向へそろえるようにする最も単純な励振法である。

具体的に、例えば 6 つのアンテナから構成される 6 素子リニアアレイでは、“提案方式 1”により決定されるターゲット領域は、希望方向に対して $\pm 20^\circ$ ($\theta_t = 20^\circ$) の角度範囲の領域となる。

【 0 1 3 8 】

次に、“提案方式 2”に係るターゲット領域の設定の仕方を示す。

すなわち、“提案方式 2”では、例えば所定の条件（本例の場合には、本例のシミュレーションの条件）の下でシミュレーションを行って、上記した干渉低減量 I_S の平均値 $A I_S$ (Average I_S) が最も小さくなるターゲット領域を設定する。ここで、本例のシミュレーションでは、例えば高速ユーザ信号の総数（全てのパス数）が 4 ($= 2$ 端末 $\times 2$ パス) であり、低速ユーザ信号の総数（全てのパス数）が 60 ($= 30$ 端末 $\times 2$ パス) であるとしている。

【 0 1 3 9 】

また、本例のシミュレーションでは、例えば上述のように逆拡散前における高速ユーザ信号の SN 比が 12 dB であり、逆拡散前における低速ユーザ信号の SN 比が 0 dB であるような静特性環境を想定してある。また、本例のシミュレーションでは、例えば各アンテナは 120° 幅のセクタアンテナであるとし、各アンテナの指向性 $f_2(\theta)$ は、例えば角度方向 θ が $0^\circ \leq |\theta| \leq 120^\circ$ である場合には式 6 のようになり、角度方向 θ が $120^\circ \leq |\theta| \leq 180^\circ$ である場合には式 7 のようになるとしてある。なお、これらの式中の“ j ”は式 8 により示される。

【 0 1 4 0 】

【数6】

$$f^2(\theta) = \{\cos(\theta/2)\}^j \quad \dots (式6)$$

【0141】

【数7】

$$f^2(\theta) = \{\cos(60^\circ)\}^j \quad \dots (式7)$$

【0142】

【数8】

$$j = (-3) / \{10 \cdot \text{Log} |\cos(30^\circ)|\} \quad \dots (式8)$$

【0143】

また、本例の“提案方式2”では、例えばCDMA基地局装置に到来する全ての信号の到来角度がそれぞれランダムであるとしてあり、具体的には、高速ユーザからの信号についてはそれぞれ -60° 方向から 60° 方向までの領域（ $-60^\circ \sim 60^\circ$ のセクタ範囲）に含まれるランダムな角度方向から到来するものとし、低速ユーザからの信号についてはそれぞれ -90° 方向から 90° 方向までの領域（ $-90^\circ \sim 90^\circ$ のセクタ範囲）に含まれるランダムな角度方向から到来するものとしてある。

【0144】

また、本例の“提案方式2”では、各パス同士が無相関である理想的な状態を想定しており、まず、このような状態でのウェイト ω_i （ウィーナー解）について干渉低減量 I_S を算出し、当該干渉低減量 I_S の平均値 $A I_S$ を算出する。そして、本例の“提案方式2”では、例えばターゲット領域の角度幅 θ_t を種々な値に変化させて（すなわち、種々なターゲット領域について）前記 $A I_S$ を算出し、当該 $A I_S$ が最も小さくなる場合のターゲット領域を求めて、当該ターゲット

ト領域を採用して設定した。

具体的に、本例の場合には、“提案方式2”により決定されるターゲット領域は、希望方向に対して $\pm 30^\circ$ ($\theta_t = 30^\circ$)の角度範囲の領域となる。

【0145】

ここで、図4には、各励振方式を用いた場合に得られたA I Sの一例を示してあり、具体的には、セクタアンテナを用いた場合にはA I Sが -1.85 dB となり、希望の高速ユーザ方向に主ビームを向ける共相等振幅励振法を用いた場合にはA I Sが -18.9 dB となり、上記従来例で示した“従来方式”を用いた場合にはA I Sは -19.1 dB となり、本例の“提案方式1”を用いた場合にはA I Sが -25.1 dB となり、本例の“提案方式2”を用いた場合にはA I Sが -28.9 dB となる。このように、補償不要信号を考慮する本例の“提案方式1”や“提案方式2”を用いると、補償不要信号を考慮しない例えばセクタアンテナや共相等振幅励振法や“従来方式”を用いた場合と比べて、A I Sを大きく低減させることができる。

【0146】

また、図5には、本例の“提案方式1”を採用したCDMA基地局装置((a))で示したもの)や、本例の“提案方式2”を採用したCDMA基地局装置((b))で示したもの)や、“従来方式”を採用したCDMA基地局装置((c))で示したもの)や、例えば希望信号方向の推定結果に基づいて行われる“共相等振幅励振法”を採用したCDMA基地局装置((d))で示したもの)に関して、干渉低減量 I S の累積度数分布のシミュレーションの結果例を示してある。

【0147】

同図に示したグラフの横軸は干渉低減量 I S [dB] を示しており、縦軸は横軸に示した干渉低減量 I S 以下の干渉低減量が実現される確率を示している。同図のグラフに示されるように、“従来方式”を採用したCDMA基地局装置と“共相等振幅励振法”を採用したCDMA基地局装置とではほぼ同様な干渉低減特性を有している一方、本例の“提案方式1”や“提案方式2”を採用したCDMA基地局装置では干渉低減の効果が大きく得られている。

【0148】

特に、本例のCDMA基地局装置では、干渉低減量ISが -10 dB 程度より小さくなる確率が“従来方式”等を採用したものと比べて大きくなっている。具体的には、例えば干渉低減量IS $=-20\text{ dB}$ が達成される確率は、“従来方式”や“共相等振幅励振法”を用いたアダプティブアレイでは0.4程度となるのに対し、本例の“提案方式1”や“提案方式2”を用いた場合には0.7程度と大きくなっている。また、例えば干渉低減量IS $<-20\text{ dB}$ となる範囲では、“提案方式2”を用いた場合の方が“提案方式1”を用いた場合と比べて干渉低減特性が良好になっている。

このように、補償不要信号をウェイト制御の対象外とするCDMA基地局装置では、従来のCDMA基地局装置を用いた場合と比べて、例えば比較的干渉に弱い低速ユーザに与える干渉を低減させることなどにアンテナ自由度を有効に活用することができる。

【0149】

次に、図6には、マルチレートサービスが行われる場合であってCDMA基地局装置の送信相手となる移動局装置が高速ユーザである場合について得られた送信指向性パタンのシミュレーションの結果例を示してある。ここで、このシミュレーションでは、上述のようにCDMA基地局装置に到来する高速ユーザからの信号の総数（高速ユーザパスの総数）が4であって、2つの高速ユーザの内的一方（高速ユーザ1）からは 0° 方向の先行波と 10° 方向の1チップ遅延波が到来するとし、他方（高速ユーザ2）からは -15° 方向の先行波と -10° 方向の1チップ遅延波が到来するとしてある。

【0150】

また、このシミュレーションでは、上述のようにCDMA基地局装置に到来する低速ユーザからの信号の総数（低速ユーザパスの総数）が60であって、例えば30個の低速ユーザの内1番目の低速ユーザ（低速ユーザ1）からは -90° の先行波と -87° の1チップ遅延波が到来するといったように、全60パスが -90° から 90° の角度範囲に等角度間隔（すなわち、角度幅が 3° の間隔）で分布するとしてある。

【0151】

また、このシミュレーションでは、例えば静特性を想定していることや各パスの伝搬距離等が等しいとしていることを考慮して、リニアアレイのブロードサイド方向に近い信号を参照信号として選択してあり、具体的には、 0° 方向から到来する高速ユーザ 1 からの信号を参照信号（希望信号）として選択してある。また、このシミュレーションでは、ターゲット領域から到来する全ての信号及び高速ユーザからの信号であって参照信号として選択した信号以外の全てのマルチパス信号を補償不要信号として選択してある。

【 0 1 5 2 】

なお、この例では、 10° 方向と -15° 方向と -10° 方向の高速ユーザ信号はいずれも本例のターゲット領域に含まれるため、上記したマルチパス信号として選択される信号はない。

また、本例では、上記したように N-LMS アルゴリズムを用いて得られた送信指向性パターンを示してある。

【 0 1 5 3 】

同図に示したグラフの横軸は例えば CDMA 基地局装置から見た角度方向 [deg] を示しており、縦軸は当該角度方向に対して送信する信号の電力レベル [dB] を示している。また、同図のグラフでは、例えば上記図 5 と同様に、本例の“提案方式 1”を採用した CDMA 基地局装置（（a）で示したもの）や、本例の“提案方式 2”を採用した CDMA 基地局装置（（b）で示したもの）や、“従来方式”を採用した CDMA 基地局装置（（c）で示したもの）や、“共相等振幅励振法”を採用した CDMA 基地局装置（（d）で示したもの）に関して、送信指向性パターンを示してある。

【 0 1 5 4 】

同図のグラフに示されるように、例えば“従来方式”を用いたアダプティブアレイでは、本シミュレーションのように高速ユーザのマルチパス信号が希望信号の近傍に存在する場合には、当該マルチパス信号方向へのアンテナ利得が優先的に低減させられてしまうことから、メインローブが狭くなってしまうとともにサイドローブのレベルが上昇してしまう。なお、“共相等振幅励振法”を用いた場合と比べても、“従来方式”を用いた場合には、サイドローブ方向に存する低速

ユーザに対して大きい干渉を与えてしまっている。

【 0 1 5 5 】

一方、本例の“提案方式 1”や“提案方式 2”を採用した CDMA 基地局装置では、例えば上記した“従来方式”や“共相等振幅励振法”を採用した場合と比べてメインローブの幅は多少広くなるものの、アレイパタンの自由度が有効に活用されて、サイドローブ方向に存する多数の干渉に弱い低速ユーザへのアンテナ利得が十分に低減させられている。特に、“提案方式 2”を用いた場合には、“提案方式 1”を用いた場合と比べてターゲット領域が広く設定されていることから、メインローブの幅が多少広くなるものの、サイドローブ方向に対する送信電力レベルは大きく抑えられている。

【 0 1 5 6 】

つまり、補償不要信号をウェイト制御の対象外とする CDMA 基地局装置では、例えば参照信号として選択される高速ユーザ信号に対応した角度方向（メインローブ方向）に対しては高いアンテナ利得で信号を送信することができるとともに、従来の CDMA 基地局装置と比べて、当該角度方向から離れた角度方向（サイドローブ方向）に対するアンテナ利得を低下させることができるため、このような角度方向へ与える干渉を低減させることができる。

【 0 1 5 7 】

このように、補償不要信号をウェイト制御の対象外とする CDMA 基地局装置では、参照信号として選択される信号の近傍方向などにヌルを向けることにアレイパタンの自由度を用いないことで良好な送信指向性パターンを実現することができ、アレイパタンの自由度を有効に活用することができる。

なお、本例では、メインローブ内に存する低速ユーザは比較的大きい干渉を受けることもあるが、このような低速ユーザに関しては例えば送信電力制御を行って信号電力を大きくすることで干渉低減特性を向上させる。

【 0 1 5 8 】

また、図 7 には、例えば上記図 6 に示したシミュレーションの条件と同様な条件ではあるが、10 個の低速ユーザ（パス数は計 20）が -30° の角度方向から -40° の角度方向に集中して存在し、これらの低速ユーザからの低速ユーザ

信号が -30° の角度方向から -40° の角度方向にわたって等角度間隔（すなわち、角度幅 0.5° の間隔）でCDMA基地局装置に到来するとした場合における送信指向性パタンのシミュレーションの結果例を示してある。なお、このシミュレーションでは、残りの20個の低速ユーザ（パス数は計40）は -90° から -40° の角度方向及び -30° から 90° の角度方向にわたって等角度間隔（すなわち、角度幅 4.25° の間隔）で分布しているとしてある。

【0159】

同図に示したグラフの横軸は例えばCDMA基地局装置から見た角度方向 [deg] を示しており、縦軸は当該角度方向に対して送信する信号の電力レベル [dB] を示している。また、同図のグラフでは、例えば上記図5と同様に、本例の“提案方式1”を採用したCDMA基地局装置（（a）で示したもの）や、本例の“提案方式2”を採用したCDMA基地局装置（（b）で示したもの）や、“従来方式”を採用したCDMA基地局装置（（c）で示したもの）や、“共相等振幅励振法”を採用したCDMA基地局装置（（d）で示したもの）に関して、送信指向性パターンを示してある。

【0160】

同図のグラフに示されるように、本例の“提案方式1”や“提案方式2”を採用したCDMA基地局装置では、低速ユーザ信号が集中している -30° から -40° の角度方向へのアンテナ利得を低減させる効果を得ることができる。具体的には、例えば“提案方式1”を用いると、上記図6に示した場合と比べて、 -30° の角度方向へのアンテナ利得が約10 dB低下しており、また、例えば“提案方式2”を用いると、上記図6に示した場合と比べて、 -35° の角度方向へのアンテナ利得が約4 dB低下している。

【0161】

このように、本例の“提案方式1”や“提案方式2”を採用したCDMA基地局装置では、環境に適応して指向性パターンを形成する能力を有していることから、上記のようにユーザ端末（移動局装置）が存在する空間に偏りがあるような場合であっても、例えば単なる低サイドローブアレイを用いて送信を行うCDMA基地局装置と比べて、当該偏りを有効に利用して干渉低減特性を改善することが

できる。

【0162】

なお、上記のように、上記図6や上記図7のグラフに示した本例の“提案方式1”や“提案方式2”を採用したCDMA基地局装置に関するシミュレーションの結果例は、N-LMSアルゴリズムを用いて得られる送信指向性パターンである。

【0163】

また、上記図6や上記図7のグラフに示した従来例（“従来方式”）に係るアダプティブアレイアンテナを用いたCDMA基地局装置に関するシミュレーションの結果例は、参照信号として選択される信号以外の全ての信号を（すなわち、本例で補償不要信号として選択した信号をも）誤差信号 $e(k)$ 中に残したままMMSE制御を行うこととした場合にN-LMSアルゴリズムを用いて得られる送信指向性パターンである。なお、この従来例に係る場合には、アレイパタンの自由度が参照信号の近傍方向に対するアンテナ利得を低下させるためにも用いられてしまうため、送信指向性パタンの最大放射方向が参照信号の到来方向（本例では、 0° 方向）からずれてしまい、また、参照信号の到来方向から比較的離れた角度方向に対する干渉除去が不十分である。

【0164】

以上のように、補償不要信号をウェイト制御の対象外とするCDMA基地局装置では、通信可能領域に存する移動局装置の通信特性を向上させることができ、具体的には、例えば通信可能領域に存する移動局装置の数が多くてアレイパタンの自由度が圧倒的に足りないような状況での下り通信においても、当該自由度を有効に活用することで、例えば干渉に弱い低速ユーザ等に対して与えてしまう干渉を大きく低減させることができる。

【0165】

ここで、本発明に係る受信機や送受信機の構成としては、必ずしも以上に示したものに限られず、種々な構成が用いられてもよい。

また、本発明に係る受信機や送受信機の適用分野としては、必ずしも以上に示したものに限られず、本発明は、種々な分野に適用することが可能なものである。

。一例として、本発明の適用分野としては、必ずしもCDMA方式を採用する通信装置ばかりでなく、本発明は、例えば種々な通信方式を用いた通信装置に適用することが可能なものである。

【0166】

また、本発明に係る受信機や送受信機により行われる各種の処理としては、例えばプロセッサやメモリ等を備えたハードウェア資源においてプロセッサがROMに格納された制御プログラムを実行することにより制御される構成が用いられてもよく、また、例えば当該処理を実行するための各機能手段が独立したハードウェア回路として構成されてもよい。

また、本発明は上記の制御プログラムを格納したフロッピーディスクやCD-ROM等のコンピュータにより読み取り可能な記録媒体や当該プログラム（自体）として把握することもでき、当該制御プログラムを記録媒体からコンピュータに入力してプロセッサに実行させることにより、本発明に係る処理を遂行させることができる。

【0167】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明に係る受信機によると、複数のアンテナのそれぞれに受信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての受信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置から送信される信号を受信するに際して、移動局装置からの信号の到来方向と当該信号の電力との少なくともいずれか一方を検出し、当該検出結果に基づく受信ウエイト制御法により通信相手となる移動局装置からの信号の受信特性がよくなる条件で得られる解を各アンテナの受信ウエイトとして算出し、算出した受信ウエイトを用いて当該信号を受信するようにしたため、例えば受信ウエイトを高速に算出することができ、これにより、移動局装置との通信特性を向上させることができる。

【0168】

また、本発明に係る送受信機によると、移動局装置から送信される信号を複数のアンテナを用いて受信する一方、これら複数のアンテナのそれぞれに送信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての送信指向性を制御して、

通信相手となる移動局装置に対する信号を送信するに際して、移動局装置からの信号の到来方向と当該信号の電力との少なくともいずれか一方を検出し、当該検出結果に基づく送信ウエイト制御法により通信相手となる移動局装置に対する信号の送信特性がよくなる条件で得られる解を各アンテナの送信ウエイトとして算出し、算出した送信ウエイトを用いて当該信号を送信するようにしたため、例えば送信ウエイトを高速に算出することができ、これにより、移動局装置との通信特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の第 1 実施例に係る受信機を設けた CDMA 基地局装置の一構成例を示す図である。

【図 2】 本発明の第 2 実施例に係る送受信機を設けた CDMA 基地局装置の一構成例を示す図である。

【図 3】 本発明の第 3 実施例に係る送受信機を設けた CDMA 基地局装置の一構成例を示す図である。

【図 4】 各励振方式に対応した平均干渉低減量 A I S の一例を示す図である。

【図 5】 干渉低減量 I S の累積度数分布のシミュレーションの結果例を示す図である。

【図 6】 CDMA 基地局装置により実現される送信指向性パタンのシミュレーションの結果例を示す図である。

【図 7】 CDMA 基地局装置により実現される送信指向性パタンのシミュレーションの結果例を示す図である。

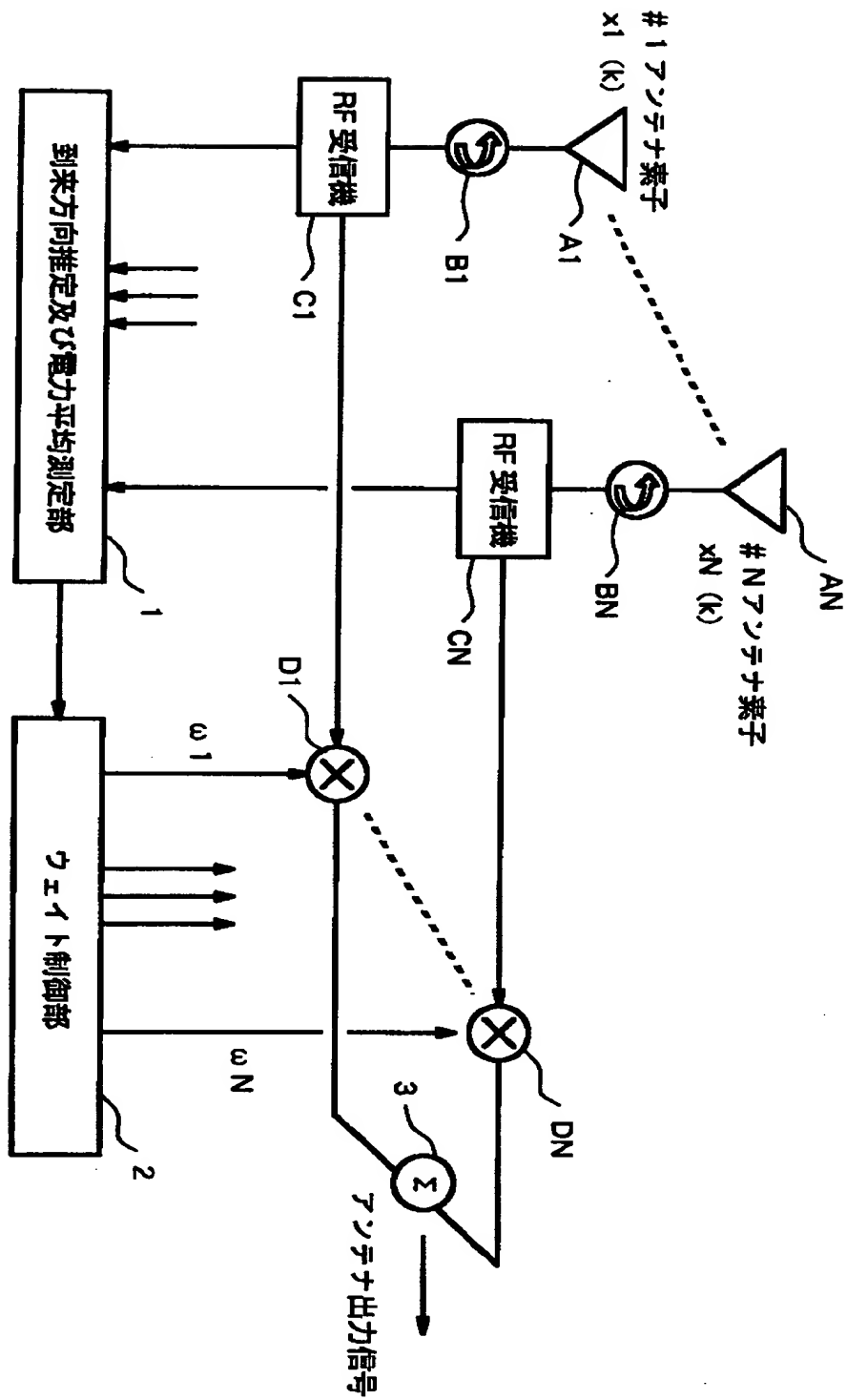
【符号の説明】

A 1 ~ A N、E 1 ~ E N、J 1 ~ J N・・・アンテナ（素子）、
 B 1 ~ B N、F 1 ~ F N、K 1 ~ K N・・・デュプレクサ、
 C 1 ~ C N、G 1 ~ G N、L 1 ~ L N・・・RF 受信機、
 H 1 ~ H N、M 1 ~ M N・・・RF 送信機、
 D 1 ~ D N、I 1 ~ I N、P 1 ~ P N・・・乗算器、
 1、1 1、2 1・・・到来方向推定及び電力平均測定部、

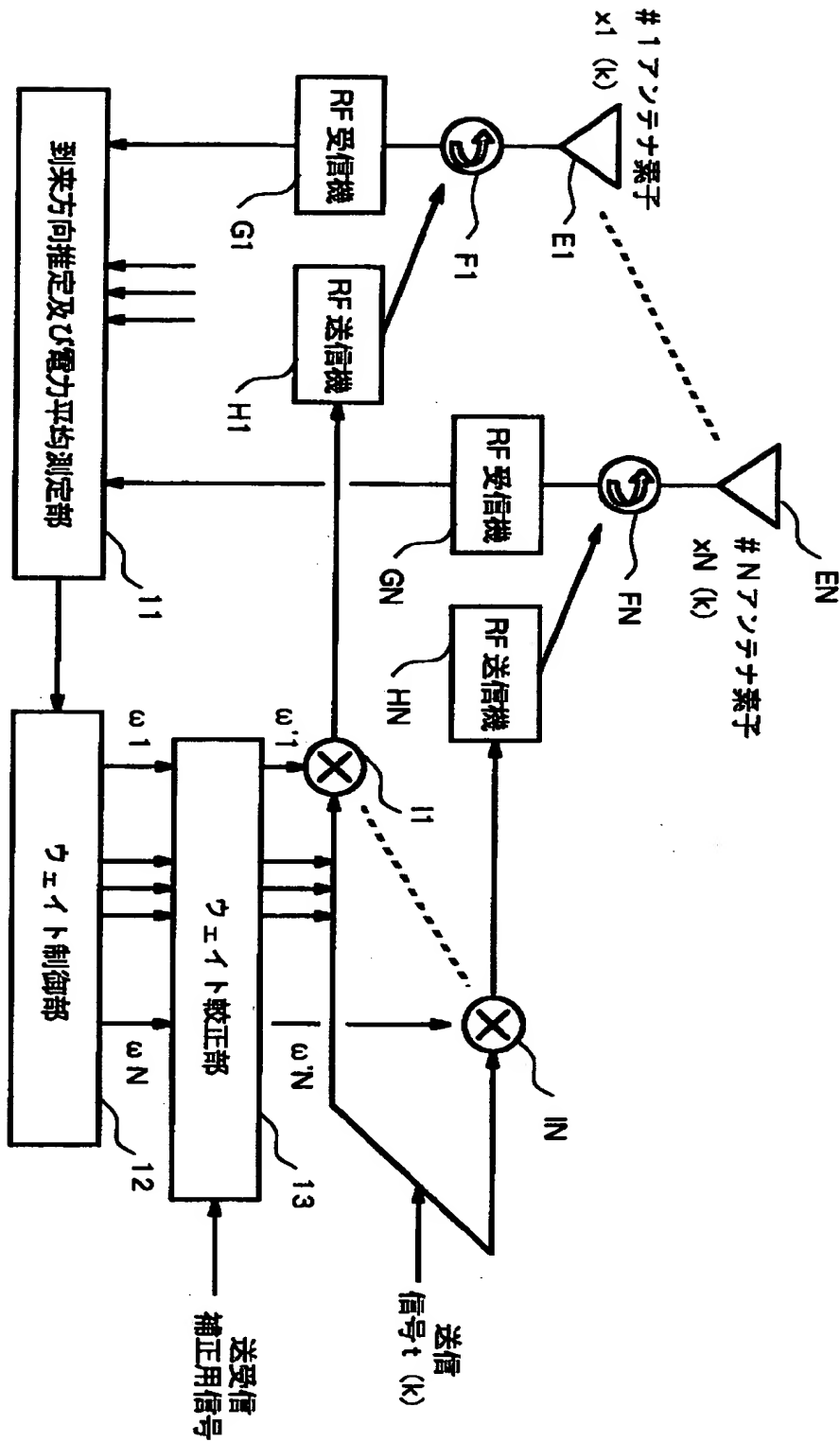
2、12、23・・・ウェイト制御部、 3・・・加算器、
13、24・・・ウェイト較正部、 22・・・補償不要信号判定部、

【書類名】 図面

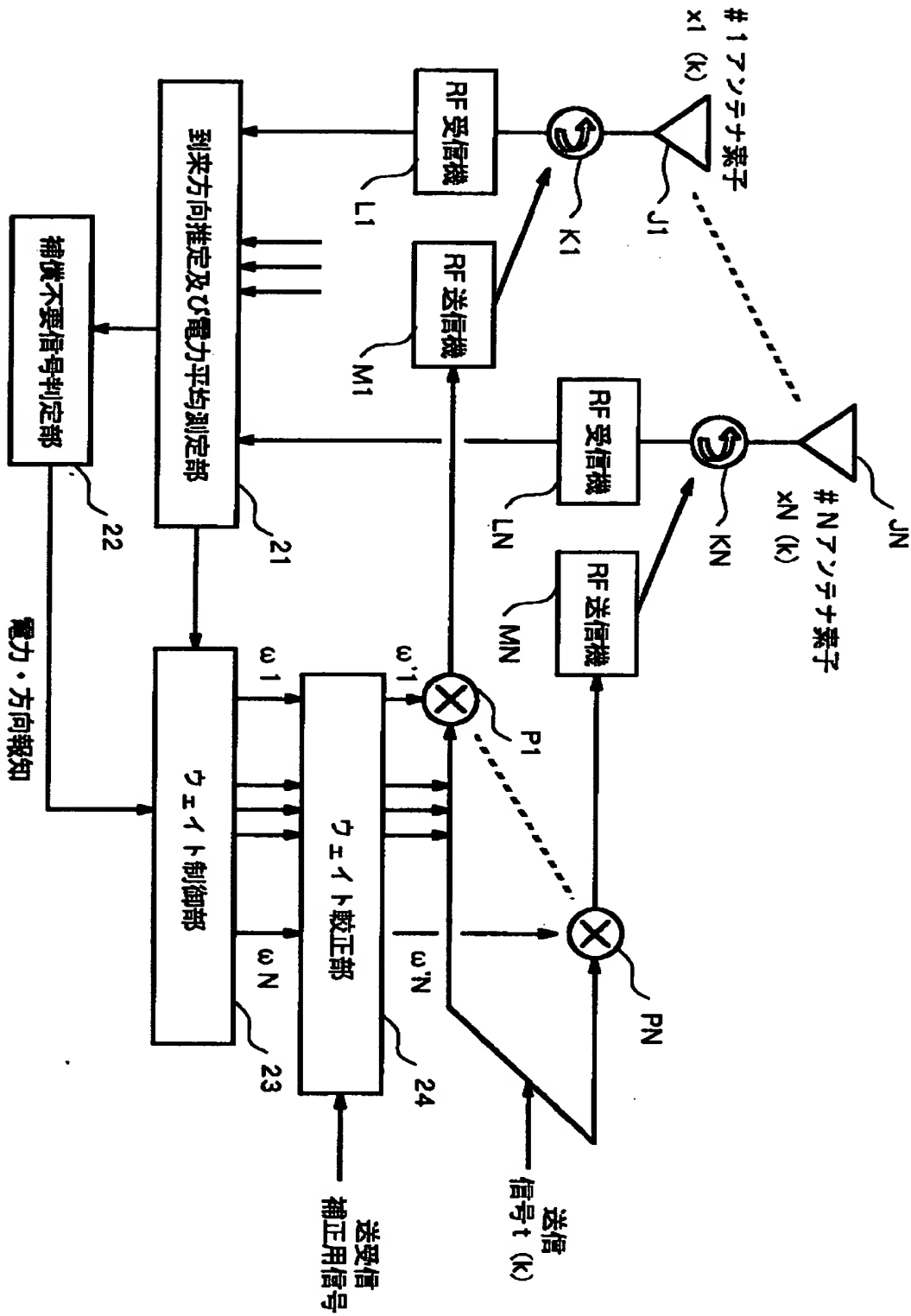
【図 1】



【図2】



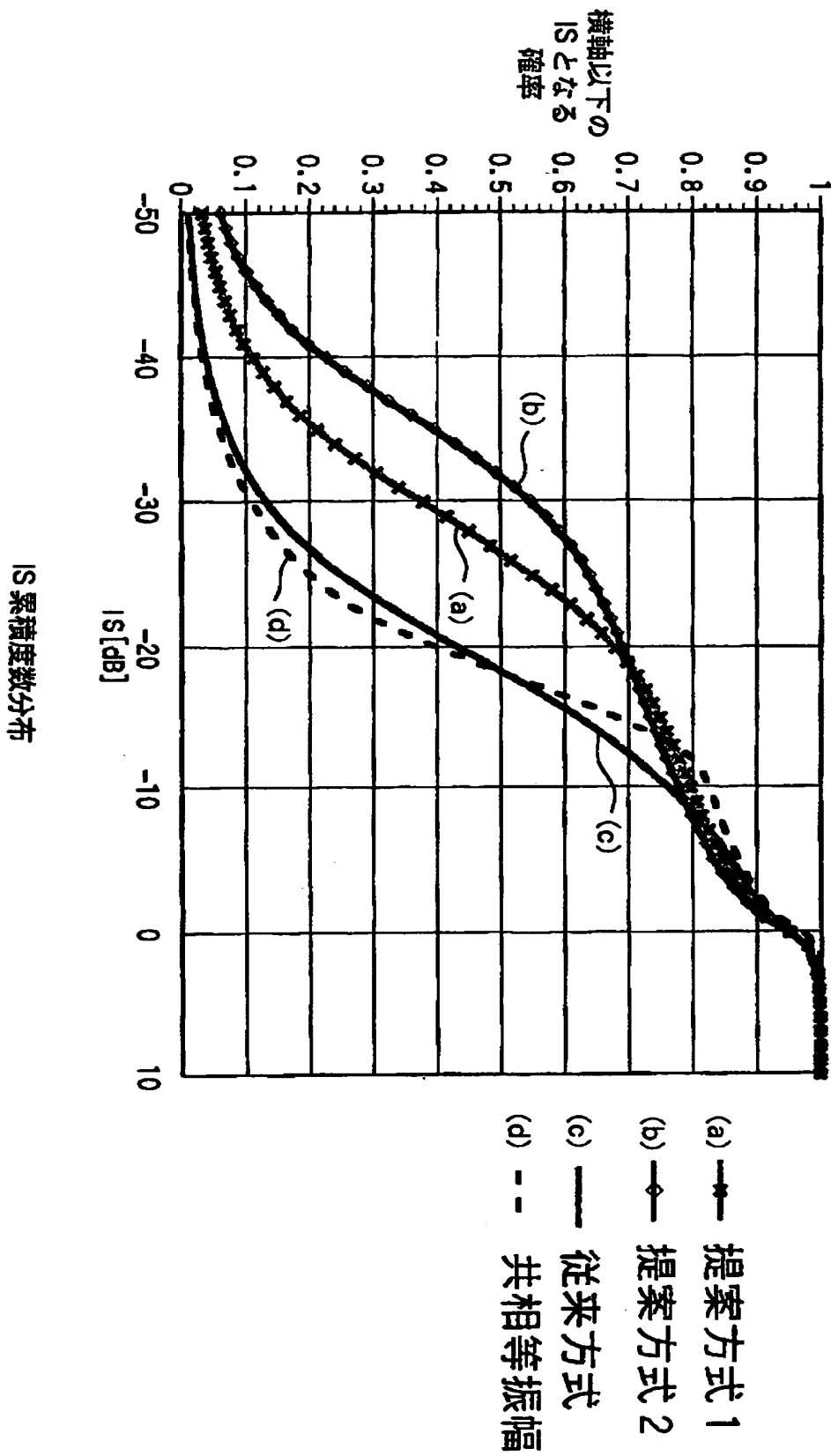
【図3】



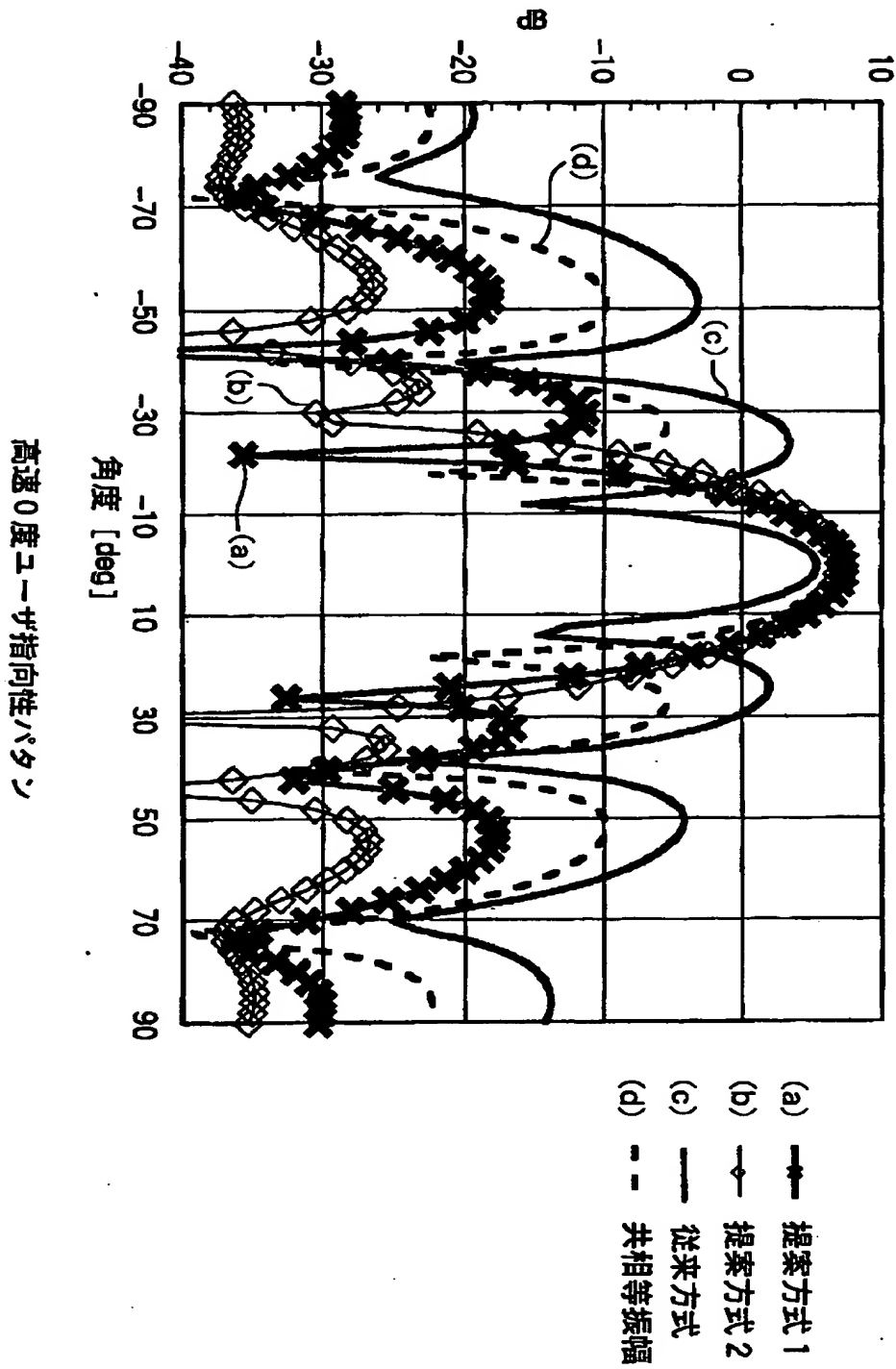
【図 4】

励振方式	AIS
セクタアンテナ	- 1.85dB
共相等振幅励振	- 18.9dB
従来方式	- 19.1dB
提案方式 1	- 25.1dB
提案方式 2	- 28.9dB

【図 5】

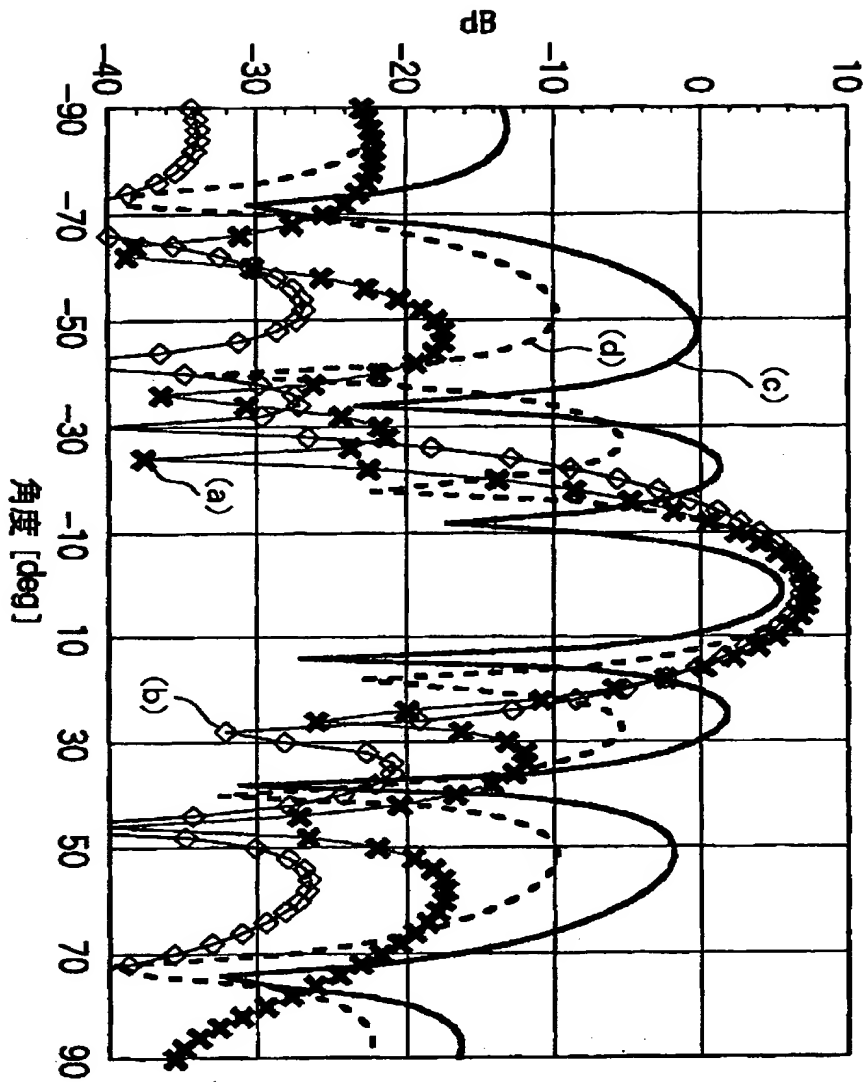


【図 6】



【図7】

高速0度ユーザ指向性パターン（-20度近傍に偏った配置）



- (a) —x— 提案方式1
- (b) —◇— 提案方式2
- (c) ——— 従来方式
- (d) --- 共相等振幅

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 複数のアンテナのそれぞれに受信ウエイトをもたせることによりこれらアンテナ全体としての受信指向性を制御して、通信相手となる移動局装置から送信される信号を受信する受信機などで、高速にウエイトを算出する。

【解決手段】 移動局装置からの信号の到来方向と当該信号の電力との少なくともいづれか一方を検出し、当該検出結果に基づく受信ウエイト制御法により通信相手となる移動局装置からの信号の受信特性がよくなる条件で得られる解を各アンテナの受信ウエイトとして算出し、算出した受信ウエイトを用いて当該信号を受信する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-319108
受付番号	50001351796
書類名	特許願
担当官	第七担当上席 0096
作成日	平成12年10月23日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年10月19日
-------	-------------

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000001122]

1. 変更年月日 2000年10月 6日

[変更理由] 名称変更

住 所 東京都中野区東中野三丁目14番20号

氏 名 株式会社日立国際電気